



Aalto-yliopisto
Perustieteiden korkeakoulu

Tuomo Aura

Pk-yrityksen vaatimukset tuotannonohjaukselle avoimen lähdekoodin toiminnanohjausjärjestelmässä

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 24.11.2015
Valvoja: Professori Martti Mäntylä
Ohjaaja: DI Svante Suominen

AALTO-YLIOPISTO PERUSTIETEIDEN KORKEAKOULU Informaatioverkostojen koulutusohjelma http://www.aalto.fi		DIPLOMITYÖN TIIVISTELMÄ	
Tekijä: Tuomo Tapio Aura			
Työn nimi: Pk-yrityksen vaatimukset tuotannonohjaukselle avoimen lähdekoodin toiminnanohjausjärjestelmässä			
Korkeakoulu: Perustieteiden korkeakoulu			
Laitos: Tietotekniikka			
Professuuri: Tietotekniikka		Koodi: T-86	
Työn valvoja: Professori Martti Mäntylä Työn ohjaaja: DI Svante Suominen			
<p>Kiristynvä kansainvälinen kilpailu asettaa pitkään markkinoilla oleville pienemmille Pk-yrityksille haasteita. Kilpailukyvyyn säilyttääkseen näiden yritysten on digitalisoitava toimintaansa, jonka avulla ne pystyvät tehostamaan toimintaansa, kehittämään yrityksen sisäistä vuorovaikutusta ja parantamaan palvelutasoa sekä laatua. Digitalisointi tarkoittaa Pk-yritykselle uusien modernien tietojärjestelmien käyttöönottoa ja niiden avaamien mahdollisuuksien hyödyntämistä.</p> <p>Tässä diplomityössä tutkitaan millaisia vaatimuksia ja rajoitteita Pk-yrityksellä on tuotannonohjaukselle avoimen lähdekoodin Odoo-toiminnanohjausjärjestelmässä. Tapaustutkimuksen kohdeyrityksenä toimii vajaa 40 vuotta toiminnassa ollut valmistavan teollisuuden yritys, joka työllistää noin 40 henkeä. Tuotannonohjauksen digitalisoinnilla pyritään kehittämään kilpailukykyä, tiedon jakamista ja tehokkuutta.</p> <p>Kohdeyrityksen vaatimuksia tuotannonohjaukselle tutkittiin seitsemällä teemahaastattelulla, työpajalla, havainnoimalla sekä tuotantolaitoksessa että käyttöönotettavaa Odoon tuotannonohjausta ja vuorovaikuttamalla tiiviisti kohdeyrityksen johdon kanssa toimistolla. Kohdeyrityksen johdon kanssa tuotannonohjausjärjestelmälle luotiin tuotevisio sekä korkean tason liiketoiminnalliset vaatimukset. Lisäksi kuvattiin ja priorisoitiin käyttäjäryhmittäin toiminnalliset ja ei-toiminnalliset vaatimukset. Myös kohdeyrityksen tilaus-valmistus-toimitusprosessia kehitettiin luomalla nykytilan prosessikuvaus, jonka pohjalta analysoitiin ja muodostettiin tavoitetilan prosessikuvaus.</p> <p>Vaatimusmäärittelyä ja prosessikehitystä varten luotiin teorian pohjalta ReqPros-kehitysmalli, joka toimii viitekehityksenä käyttäjä- ja sidosryhmien tunnistamisessa, vaatimusmäärittelyssä sekä prosessikehityksessä. Tutkimuksessa tehtiin kolme oivallusta, jotka sisällytettiin osaksi ReqPros-kehitysmallia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tietojärjestelmän kehityksessä tulisi aina ottaa huomioon kolme toisistaan merkittävästi riippuvaa osa-aluetta: liiketoiminta, käyttäjä ja tietojärjestelmä. 2. Tietojärjestelmän potentiaali pitää sisällyttää mukaan vaatimusmäärittelyyn mahdollisuuksina. 3. Prosessikehitys tukee vaatimusmäärittelyä ja vaatimusmäärittely tukee prosessikehitystä. <p>Ensisijaisia korkean tason liiketoiminnallisia vaatimuksia asetettiin 9 kappaletta. Toiminnallisia vaatimuksia kuvattiin käyttäjätarinoina 74 kappaletta, ei-toiminnallisia vaatimuksia listattiin 20 ja rajoitteita 3.</p>			
Päivämäärä: 24.11.2015		Kieli: Suomi	
		Sivumäärä: 116+12	
Avainsanat: vaatimusmäärittely, prosessikehitys, toiminnalliset ja ei-toiminnalliset vaatimukset, tuotannonohjaus, toiminnanohjaus, odoo, avoin lähdekoodi, reqpros-kehitysmalli			

AALTO UNIVERSITY SCHOOL OF SCIENCE Degree Programme in Information Networks http://www.aalto.fi		ABSTRACT OF THE MASTER'S THESIS	
Author: Tuomo Tapio Aura			
Title: SME's Requirements for Manufacturing Management using Open Source ERP system			
School: School of Science			
Department: Computer Science			
Professorship: Information Technology		Professorship: T-86	
Supervisor: Professor Martti Mäntylä Instructor: Svante Suominen, M.Sc.(Tech.)			
<p> Tightening international competition challenges smaller SMEs that have been in the market for some time. To maintain their competitiveness, these companies need to digitalize their operations which allows SMEs to make their operations more effective, develop internal communication and enhance customer service and quality. SME's digitalization involves implementation and adaptation of new and modern ICT systems and utilizing their possibilities. </p> <p> This Master's Thesis researches what kind of requirements and constraints SMEs have for production management utilizing open source ERP system. Target company for this case study is Terästarvike which is almost 40 year old manufacturing company that employs 40 people. By digitalizing their manufacturing operations, Terästarvike achieves to improve their competitiveness, knowledge sharing and efficiency. </p> <p> Requirements for the manufacturing were researched using seven theme interviews, a workshop, observing a production facility and Odoo ERP system, and communicating constantly with the company management. Product vision and high-level business requirements were formulated cooperatively with the target company management. In addition, functional and non-functional requirements were gathered and prioritized. Functional requirements were divided by user group. Also, target company's current state manufacturing processes' were modeled and analyzed. New target state manufacturing process were created based on the current state model. </p> <p> Based on the requirement and process development theories, a new ReqPros development framework for user group identification, requirements elicitation and specification, and process development was developed. Master's Thesis' included three insights: </p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ICT system development should always take into consideration there dependent sectors: business, user and ICT system. 2. The potential of an ICT system should be included as an opportunity in the requirements specification. 3. Process development supports requirements development and vice versa. <p> As a result, 9 primary high-level business requirements were identified. In addition, 74 user stories as functional requirements, 20 non-functional requirements and 3 constraints were described. </p>			
Date: 24.11.2015		Language: Finnish	
		Number of pages: 116+12	
Keywords: requirements engineering, process development, functional and non-functional requirements, manufacturing management, odoo, open source, reqpros development model			

Alkusanat

Diplomityöprosessi alkoi ajatuksen tasolla jo vuonna 2009, mutta konkretisoitui vasta 2015, kun tutun yrityksen kautta löytyi erittäin mielenkiintoinen aihe. Suuri kiitos Terästarvikkeen Tuomas Heimanille, Salla Vehmälle ja Risto Heimanille tästä mahdollisuudesta ja jatkuvasta sparrauksesta prosessin aikana!

Diplomityöhön on vaikuttanut merkittävästi myös valvojani Martti Mäntylä, joka määrittelee diplomityön seuraavasti: ”diplomityö on perusteltu vastaus relevanttiin kysymyseen”. Määritelmä kiteytti hyvin työn perimmäisen olemuksen. Kiitos ajastasi, arvokkaista keskusteluista ja palautteesta!

Haluan kiittää myös ohjaajani Svante Suomista rautaisesta tuesta ja tsempeistä sekä koko Avoin.Systemsin tiimiä, joka on auttanut omalla panoksellaan työn edistymistä. Kiitos kuuluu ehdottomasti myös perheelleni, joka on jaksanut uskoa ja kannustanut jo pitkään ennen diplomityön aloittamista.

PS. Lars ja Patrik: Se on siinä! 😊

Vantaalla 27.10.2015,

Tuomo Tapio Aura

Elämä on yliopisto, jossa kaikki ovat ~~opettajia~~ oppilaita.

Kun heräät, muista mennä kouluun.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Alkusanat

Sisällysluettelo.....	1
1 Johdanto ja tausta.....	5
1.1 Tutkimuksen tausta ja merkitys	6
1.2 Tapaustutkimuksen kohdeyritys	8
1.3 Tutkimusongelma	10
1.4 Tutkimusmenetelmät	11
1.5 Rajaukset	12
1.6 Diplomityön rakenne	12
2 Toiminnan- ja tuotannonohjaus.....	14
2.1 Yrityksen toiminnanohjaus.....	14
2.2 Yrityksen tuotannonohjaus	16
2.2.1 Tuotannonohjauksen prosessi ja vaiheet	18
2.2.2 Tuotannonohjausjärjestelmä	20
3 Avoin lähdekoodi	23
3.1 Avoimen lähdekoodin mahdollisuudet ja hyödyt	23
3.2 Avoimen lähdekoodin heikkoudet ja haasteet	25
3.3 Odoo-toiminnanohjaus- ja tuotannonohjausjärjestelmä	26
3.3.1 Odoon tuotannonohjauksen mahdollisuudet.....	27
3.3.2 Odoon tuotannonohjauksen rajoitteet.....	30
4 Vaatimusmäärittely ja prosessikehitys	31
4.1 Toiminnalliset vaatimukset, ei-toiminnalliset vaatimukset ja rajoitteet	33
4.2 Liiketoiminnan, käyttäjien ja tekniset vaatimukset	34
4.3 Vaatimusten kartoitus ja dokumentointi	37
4.4 Vaatimusten priorisointi.....	39
4.5 Vaatimusmäärittelyn tärkeys	39
4.6 Vaatimusmäärittelyn laatu	40

4.7	Vaatimusmäärittelyprosessi	44
4.8	Käyttäjärühmät ja sidosryhmät	45
4.9	Prosessin mallintaminen ja kehitys	46
4.10	ReqPros-kehitysmalli vaatimusmäärittelyyn ja prosessikehitykseen.....	49
4.10.1	ReqPros-vaatimusmäärittelymalli.....	52
4.10.2	ReqPros-prosessikehitysmalli	55
5	Tuotannonohjauksen vaatimukset ja prosessit Terästarvikkeella.....	57
5.1	Tutkimusmenetelmät	58
5.2	Tuotannonohjauksen ja tuotannon nykytila	62
5.3	Tuotantolaitoksen vallitsevat olosuhteet ja rajoitteet.....	65
5.4	Liiketoiminnan vaatimukset tuotannonohjaukselle.....	65
5.4.1	Tuotannonohjausjärjestelmän tuotevisio.....	66
5.4.2	Liiketoiminnan vaatimukset ja tavoitteet tuotannonohjaukselle.....	66
5.5	Henkilöstön toiminnalliset vaatimukset, tarpeet ja erityispiirteet	70
5.5.1	Tuotannonohjauksen käyttäjä- ja sidosryhmät	70
5.5.2	Johdon tarpeet	72
5.5.3	Myyntihenkilöstön tarpeet ja erityispiirteet.....	73
5.5.4	Tuotannonsuunnittelijan tarpeet.....	76
5.5.5	Tuotannon työnjohtajan tarpeet ja erityispiirteet.....	77
5.5.6	Tuotantohenkilöstön tarpeet ja erityispiirteet	81
5.5.7	Ostohenkilöstön tarpeet ja erityispiirteet	85
5.6	Ei-toiminnalliset vaatimukset.....	86
5.7	Tilaus-valmistus-toimitusprosessin nykytila ja tulevaisuus.....	88
5.8	Yhteenveto tutkimustuloksista	95
6	Analyysi ja johtopäätökset	96
6.1	Tutkimustulosten analyysi.....	98
6.2	Tutkimuksen luotettavuus ja laatu.....	103
6.3	Tutkimustulosten laatu.....	106
6.4	Tutkimuksen käytännön merkitys	107
6.5	Tutkimuksen teoreettinen merkitys.....	108
6.6	Jatkotutkimus	108
	Lähdeluettelo	111

Liiteluettelo	117
---------------------	-----

Liitteet

1 Johdanto ja tausta

Moderni ja muuttuva maailma asettaa entistä enemmän vaatimuksia pienille ja keski-suurille yrityksille. Kilpailu asiakkaista kovenee päivä päivältä globalisaation ja kansanvälisen kilpailun vaikutuksesta. Yritysten on pystyttävä palvelemaan asiakkaitaan entistä paremmin ja kustannustehokkaammin. Globaali kilpailu on aiheuttanut myös keskittymistä, joka tarkoittaa erityisesti isompien yritysten kasvamista sekä orgaanisesti että pienempiä kilpailijoita ostamalla. Kilpailukyvyyn säilyttäminen vaatii pienemmiltä Pk-yrityksiltä toiminnan tehostamista, sisäisen vuorovaikutuksen sekä tiedonjaon parantamista ja oman toiminnan jatkuvaa määrätietoista kehittämistä. Näihin haasteisiin Pk-yritykset pyrkivät vastaamaan digitalisoimalla toimintojaan uusien modernien tietojärjestelmien ja niiden avaamien mahdollisuuksien avulla.

Uuden tietojärjestelmien hankinta vaatii vaatimusmäärittelyn, johon usein sisällytetään liiketoiminnan ja tekniikan asettamia vaatimuksia ja rajoitteita. Nykyään korostetaan myös käyttäjien merkitystä arvokkaana osana vaatimusmäärittelyä – heidän järjestelmää lopulta tulevat käyttämään. Käyttäjien osallistamisen vaatimusmäärittelyyn nähdään kustannustehokkuutta parantavana tekijänä, koska kehitettävä järjestelmä on ilman mittavaa jälkikäteen tehtävää lisätyötä käyttäjän toiveiden ja tarpeiden mukainen. Lisäksi nykyään ymmärretään yhtä paremmin tietojärjestelmien ja käyttäjän sekä käyttäjien välisen vuorovaikutuksen tärkeys, jota pyritään kehittämään toimintatapojen muutoksella. Toimintatapojen muutos yhdessä prosessikehityksen kanssa onkin uuden tietojärjestelmän käyttöönotossa merkittävä onnistumistekijä, joka vähentää manuaalisia tehtäviä sekä asettaa yhteisiä toimintatapoja sekä työntekijöiden että yrityksen eri toimintojen välille.

Tämä diplomityö on tapaustutkimus, jossa tutkitaan millaisia vaatimuksia valmistavan teollisuuden Pk-yrityksellä on uudelle tuotannonohjausjärjestelmälle. Diplomityön kohdeyrityksenä on Terästarvike Oy. Kohdeyrityksellä itsellään ei ole omaa kokemusta näin laajan tietojärjestelmän käyttöönotosta tai vaatimusmäärittelystä, joten he kaipaivat tukea prosessin läpiviemiseen. Toiminnanohjausjärjestelmä on kuitenkin yrityksen jatkuvuuden kannalta kriittisin järjestelmä, jonka epäonnistuminen ei ole vaihtoehto.

Teorian perusteella on rakennettu ReqPros-vaatimusmäärittely- ja prosessikehitysmalli, joiden avulla vaatimusmäärittely on rakennettu. Vaatimukset on jaettu liiketoiminnan asettamiin korkean tason vaatimuksiin, toiminnallisiin sekä ei-toiminnallisiin vaatimuksiin ja tietojärjestelmälle asetettaviin rajoitteisiin sekä tietojärjestelmän mahdollistamiin asioihin. Diplomityössä tunnistetaan myös tuotannonohjausjärjestelmään liittyvät käyttäjäryhmät ja muut sidosryhmät. Tärkeimpien ensisijaisten käyttäjäryhmien vaatimukset järjestelmälle on listattu ja priorisoitu. Vaatimusmäärittelyä rajaava tekijä on se, että kohdeyritys on valinnut etukäteen tuotannonohjausjärjestelmäkseen avoimen lähdekoodin Odoo-toiminnanohjausjärjestelmän, joka sisältää tuotannonohjauksen toiminnallisuudet.

Tämän diplomityön aihe muotoutui pitkäaikaisen yhteistyön aikana Terästarvikkeen kanssa ja oman kiinnostuksen johdattelemana. Diplomityön aihe on erittäin mielenkiintoinen, koska pääsen siinä yhdistämään laajasti opintojani sekä 15 vuoden aikana kertynyttä kokemusta ohjelmistoprojektien vaatimusmäärittelystä ja tietojärjestelmien kehityksestä. Diplomityö pitää sisällään mielenkiintoisen yhdistelmän, jossa vaatimuksia tarkastellaan niin liiketoiminnan, käyttäjän kuin tietojärjestelmän näkökulmasta.

1.1 Tutkimuksen tausta ja merkitys

Pk-yrityksien kilpailuetu on perinteisesti ollut kattava asiakaspalvelu, rajatun alan tai osa-alueen hyvä tuntemus, laaja tuotevalikoima ja joustavuus. Tulevaisuudessa nämä eivät enää riitä vaan palvelutasoa on pystyttävä kehittämään asiakkaan näkökulmasta helpommaksi, avoimemmaksi ja hallittavammaksi. Kasvavassa määrin asiakkaalle ei enää riitä pelkkä tilausten seuranta vaan asiakas haluaa hallita lopputuotteen kokonaisuutta, johon voi liittyä yritys, yrityksen alihankkijat sekä myös muut toimittajat – jopa suorat kilpailijat. Automatisoinnilla sekä toimintojen digitalisoinnilla pyritään tätä yhteistyötä laajentamaan ja syventämään. Edellytyksenä yhteistyölle ovat toisiinsa integroidut tietojärjestelmät, joista tuotannonohjausjärjestelmä on yksi esimerkki.

Tietojärjestelmän toimintaan liittyy vahvasti kolme eri osa-aluetta, jotka pitää ottaa huomioon sekä suunnittelussa että toteutuksessa: liiketoiminnalliset tarpeet, käyttäjä (muun muassa myynti- ja tuotantohenkilöstö) ja tietojärjestelmä (tuotannonohjausjärjestelmä tässä tapauksessa). Kuvassa 1 on havainnollistettu tätä kolmikantaa.



Kuva 1. Tuotannonohjausjärjestelmän kehitykseen liittyvä kolmikanta

Jokaisella kolmikannan osa-alueella on omat tarpeensa ja erityispiirteensä. Kuvan 1 kolmikannassa ylimpänä olevat liiketoiminnan tarpeet asettavat korkean tason tavoitteet, jotka liittyvät koko yrityksen toimintaan. Liiketoiminnan vaatimukset voivat liittyä muun muassa raportointiin, läpinäkyvyyteen, seurantaan ja ennustettavuuteen. Kolmikannassa myös ylhäällä olevilla käyttäjillä toisaalta on myös omat tarpeensa, toiveensa ja erityispiirteensä, joiden tulee vaikuttaa tietojärjestelmään ja sitä kautta työn tehokkuuteen ja mielekkyyteen. Lisäksi tietojärjestelmän ominaisuudet aikaansaavat mahdollisuuksia, toimintatapoja sekä rajoitteita. Tietojärjestelmän tulee täyttää liiketoiminnan tarpeet ja toisaalta palvella käyttäjiä mahdollisimman tehokkaasti ja käyttäjäystävällisesti. Puutteet yhdessäkin kolmikannan osa-alueessa vaikeuttavat tietojärjestelmän käyttöönottoa ja hankaloittavat sen hyödyntämistä.

1.2 Tapaustutkimuksen kohdeyritys

Tutkimuksen kohdeyritys on vuonna 1978 perustettu perheyritys, Terästarvike Oy. Terästarvike Oy on teollisuuden komponenttien sopimusvalmistaja ja teräksien, metallien sekä kiinnitystarvikkeiden tukkuliike. Terästarvikkeen liikevaihto oli 7,1 miljoonaa euroa vuonna 2013, josta alihankinnan osuus oli noin 60 prosenttia ja jälleenmyynnin osuus 40 prosenttia. Kansainvälinen vienti oli liikevaihdosta noin 10 prosenttia. Yritys valmistaa itse noin 20 prosenttia myymistään tuotteista. Terästarvike työllistää tällä hetkellä noin 40 henkeä, joista noin 10 työskentelee tuotannon parissa. Terästarvikkeella on neljä toimipistettä, joista kaksi sijaitsee Helsingissä (pääkonttori sekä päävarasto ja tuotantolaitos), yksi Järvenpäässä (tuotantolaitos) ja yksi Lahdessa (varasto sekä yksinkertaista kokoonpanoa). (Terästarvike 2015.)

Terästarvikkeen nykyistä merkkipohjaista toiminnanohjausjärjestelmää on kehitetty 80-luvulta alkaen ja se palvelee nykyään myynnin, oston, varastonhallinnan ja laskutuksen työkaluna. Yrityksessä on havaittu tarve toimintojen digitalisointiin ja järjestelmien kehitykseen kilpailukyvyyn säilyttämiseksi sekä toimintojen tehostamiseksi. Ensimmäinen askel järjestelmien digitalisointiin tehtiin ottamalla käyttöön uusi tabletilla käytettävä RFID-varastojärjestelmä (engl. Radio Frequency IDentification). Digitalisoinnin nähdään tuovan hyötyjä sekä kotimaan että ulkomaan toimintoihin. Kotimaa on toistaiseksi Terästarvikkeen suurin markkina-alue, jossa merkittävimpiä asiakkaita ovat valmistavan teollisuuden keskisuuret yritykset. Kotimaassa digitalisoinnilla saavutetaan tehokkuutta toimintaan ja kilpailuetua globaalissa kilpailutilanteessa. Terästarvikkeen kansainväliset asiakkaat ovat suuria konserneja, joilla on globaalia toimintaa sekä tytäryhtiöitä lähes kaikissa maissa. Digitalisoinnin avulla näiden maiden maantieteellistä etäisyyttä voidaan kaventaa, tuotevalikoimaa laajentaa sekä palvelutasoa nostaa.

Terästarvikkeen henkilöstön tietoteknisessä osaamisessa on vielä kehitettävää. Yrityksellä ei ole omaa tietohallintojohtajaa tai -päällikköä vaan tämä osaaminen joudutaan ostamaan yhteistyökumppaneilta. Suuri osa yrityksen tietojärjestelmien käyttäjistä on tuotantohenkilöstöä tai toimistotyöntekijöitä, joilla on perusosaaminen tietotekniikasta

eli he osaavat käyttää sähköpostia, toimisto-ohjelmistoja ja selainta. Kohdeyrityksen tietotekniset laitteet ovat kohtalaisella tasolla ja niitä on uusittu muuton yhteydessä syksyllä 2014. Terästarvikkeella on sitouduttu vahvasti tietotekniseen kehitykseen, toiminnan digitalisointiin ja paperin käytön vähentämiseen.

Seuraava askel Terästarvikkeen toiminnan kehittämisessä nähdään olevan tuotannon ohjauksen digitalisointi, jolla pyritään parantamaan tuottavuutta, tuotannon hallittavuutta, laatua sekä mahdollistaa toimitusketjun avaamista asiakkaille sekä kumppaneille ja kasvattaa myyntiä. Digitalisaatio mahdollistaa myös ensimmäiset askeleet kohti automaattisempaa toimitusketjun hallintaa ja läheisempää yhteistyötä alihankkijoiden kanssa. Uuden tuotannonohjausjärjestelmän uskotaan kasvattavan tuottavuutta merkittävästi ja parantavan asiakastyytyväisyyttä tuotannon kehittyneen läpinäkyvyyden ja ennustettavuuden ansiosta.

Terästarvikkeella on hyvin laaja tuotevalikoima – jopa yli 30 000 nimikettä. Omissa tuotantolaitoksissa valmistettavat tuotteet edustavat noin 20 prosenttia kaikista tuotteista. Suurta osaa, noin 80 prosenttia, tuotteista on tuotettu aikaisemmin eli piirustukset, lisätiedot ja valmistustavat ovat samat kuin edellisellä kerralla. Tällä hetkellä paperiset tuotantotilaukset eli työkortit sekä tarvittavat liitteet täytetään ja tulostetaan myynnissä, josta ne toimitetaan eri toimipisteissä sijaitseviin tuotantolaitoksiin. Tuotantolaitoksessa työjohtaja priorisoi ja aikatauluttaa työjonossa olevat työkortit ja ne päätyvät tyypillisesti kuukauden sisällä tuotantoon. Työkortit palautuvat tuotannosta myyjälle tuotannon valmistuttua, jonka jälkeen myyjä ohjaa työkortin tarkistettuaan laskutukseen.

Terästarvikkeen laajasta tuotenimikkeistöstä noin 200–300 tuotetta tulee aluksi tuotannon ohjauksen piiriin, joista noin 20–30 tuotetta ovat hyvin monimutkaisia rakenteeltaan (koostuvat useammasta komponentista eli vaativat monitasoisen tuoterakenteen). Vaativissa tuotteissa valmistetaan siis ensin komponentteja, joista kootaan valmis tuote.

Terästarvike on valinnut avoimen lähdekoodin Odoo-toiminnanohjausjärjestelmän tulevaksi toiminnanohjaus- ja tuotannonohjausjärjestelmäkseen. Kohdeyritys näkee, että

Odoo mahdollistaa joustavan, laajennettavan ja kustannustehokkaan tavan ottaa käyttöön tuotannonohjausjärjestelmä. Ensimmäinen käyttöönotettava kokonaisuus on tuotannonohjaus, johon vanhassa toiminnanohjausjärjestelmässä ei ole ominaisuuksia, sekä integraatioalusta, joka palvelee erilaisissa integraatiotarpeissa.

Tämä diplomityö kartoittaa ja määrittelee vaatimukset tulevalle tuotannonohjausjärjestelmälle. Diplomityön vaatimusmäärittelyn tuloksia hyödynnetään Terästarvikkeen tuotannonohjauksen toteutus- ja käyttöönottoprojekteissa vuosien 2015–2016 aikana.

1.3 Tutkimusongelma

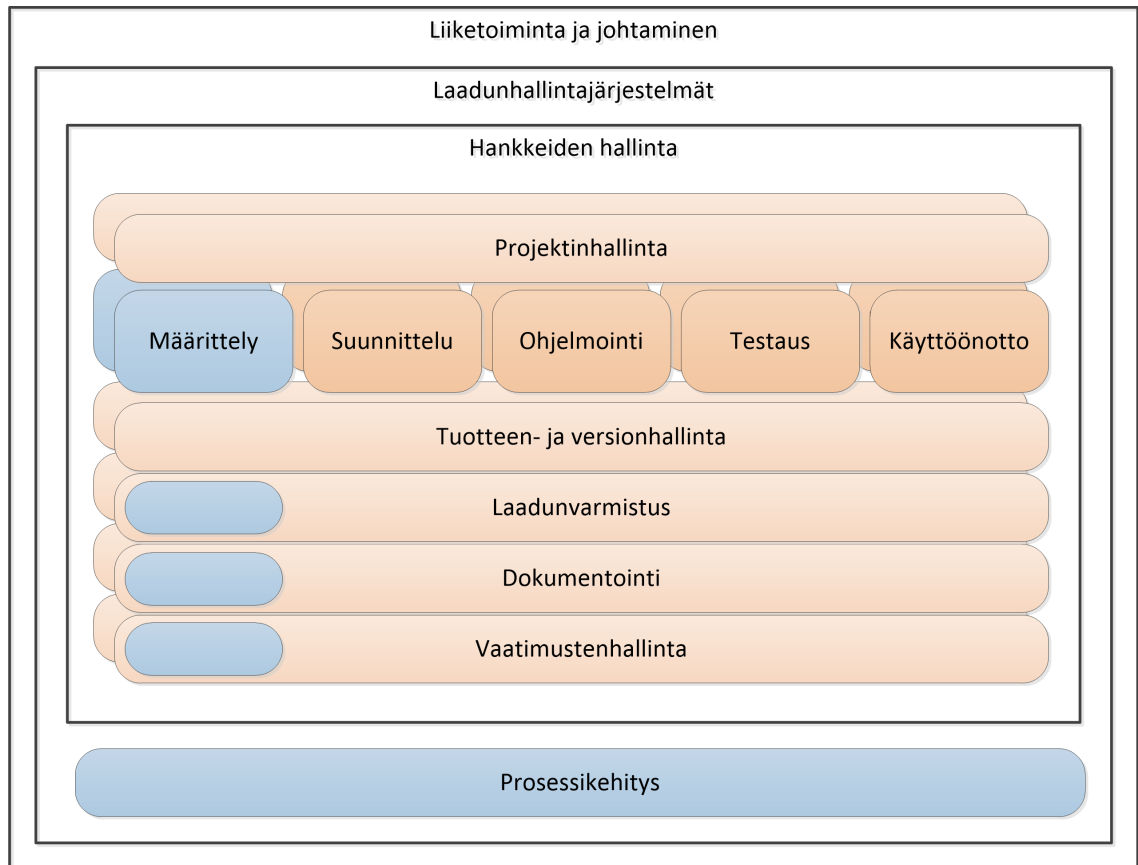
Tutkimuskysymys: *Millaisia vaatimuksia ja rajoitteita Pk-yrityksen tuotannonohjaus asettaa avoimen lähdekoodin Odoo-toiminnanohjausjärjestelmälle?*

- Millaisia vaatimuksia yrityksen liiketoiminta asettaa tuotannonohjaukselle?
- Millaisia tarpeita, erityisvaatimuksia ja rajoitteita yrityksen henkilöstöllä on tuotantoon liittyen?
- Millainen tilaus-valmistus-toimitusprosessi tukee parhaiten tuotantoa?

Tämä diplomityö sisältää tuotannonohjausjärjestelmän vaatimusmäärittelyn tapaustutkimuksen (engl. case study) muodossa eli siinä keskitytään vaatimusmäärittelyn laatimiseen. Diplomityöhön sisältyy myös tilaus-valmistus-toimitusprosessin nykytilan kuvaaminen sekä tavoitetilan prosessikuvaus. Diplomityössä pyritään ymmärtämään laajemmin tuotannonohjaukseen liittyvät tarpeet, jotka tulevat eri käyttäjäryhmiltä (johto, myynti, osto ja tuotanto). Esimerkkinä tutkimuksessa käytetään kohdeyritystä - Terästarviketta. Samalla dokumentoidaan myös muihin osa-alueisiin kuten myyntiin ja ostoon liittyvät tarpeet vaikka ne eivät suoranaisesti diplomityöhön liitykään.

Haikalan ja Mikkosen (2011) malliin perustuvassa kuvassa 2 on havainnollistettu sinertävällä värillä diplomityön sisältämä osuus ohjelmistokehityksen osa-alueissa. Diplomityö sisältää määrittelyn (vaatimusmäärittelyn), osan laadunvarmistuksesta vaatimusmäärittelyn keinoin, vaatimuksiin ja prosesseihin liittyvän dokumentoinnin sekä varsinaisen vaatimustenhallinnan. Haikalan ja Mikkosen (2011) mallista poiketen kuvaajaan

on lisätty kokonaan uutena alueena prosessikehitys, joka periaatteessa sisältyy laadunhallintajärjestelmiin, mutta joka ei kyseisessä mallissa ole tarpeeksi hyvin visualisoitu. Tässä diplomityössä prosessin kuvaaminen ja kehitys on olennaisessa osassa.



Kuva 2. Ohjelmistokehityksen osa-alueet (mukaillen, Haikala ja Mikkonen 2011: 29). Kuvaan on merkitty sinisellä diplomityöhön sisältyvät osuudet.

1.4 Tutkimusmenetelmät

Tämä diplomityö on laadullinen tapaustutkimus, jossa selvitetään kohdeyrityksen vaatimukset tuotannonohjausjärjestelmälle niin vaatimusmäärittelyn kuin prosessin osalta. Tutkimus perustuu teemahaastatteluihin, havainnointiin, työpajaan, prosessikuvauksiin sekä prosessikehitykseen.

Diplomityön vaatimusmäärittelyssä tunnistetaan sekä toiminnalliset että ei-toiminnalliset vaatimukset ja rajoitteet haastatteleamalla ensisijaisia käyttäjäryhmiä, käymällä läpi

tarpeita sekä ongelmakohtia työpajassa ja havainnoimalla käyttöönotettavaa Odoo-toiminnanohjausjärjestelmää. Tilaus-valmistus-toimitusprosessin kartoittaminen tehdään diplomityössä teemahaastatteluiden, haastateltavilta saatavien materiaalien ja yhteisen työpajan keinoin. Prosessi, käyttäjäroolit ja tehtävät dokumentoidaan nykytilakuvaukseen. Heikkouksien ja kehitettävien kohteiden tunnistamiseksi prosessi analysoidaan ja siitä muodostetaan jatkojalostettu tavoitetilan prosessikuvaus.

1.5 Rajaukset

Diplomityön ulkopuolelle rajataan alihankintaan, asiakasrajapintaan, tarkemman tason suunnitteluun (aikataulutus, vaiheistus tai konseptointi), toteutukseen (tarkempi teknologian selvitys tai valinta, tekninen määrittely ja suunnittelu, Odoo-järjestelmän gap-analyysi), käytettävyyteen (teknologian käyttäjätestaus tai toteuttamiskelpoisuusanalyysi) ja muualla käytössä olevien tuotannonohjausjärjestelmän selvityksiin (engl. benchmarking) liittyvät asiat. Rajausta on tehty siksi, ettei diplomityön laajuus kasvaisi liikaa.

Järvenpään uutta tuotantolaitosta ei käsitellä tässä diplomityössä, koska Terästarvike hankki kyseisen laitoksen diplomityön aikana. Kyseisen tuotantolaitoksen vaatimukset on selvitettävä omana kokonaisuutenaan ennen toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönottoa.

1.6 Diplomityön rakenne

Diplomityö koostuu kuudesta eri luvusta:

Taulukko 1. Diplomityön rakenne

Johdanto	Luku 1: Johdanto ja tausta, kohdeyrityksen esittely, tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset
Teoreettinen osuus	<p>Luku 2: Teoreettista taustaa toiminnanohjauksesta, toiminnanohjausjärjestelmistä ja tuotannonohjauksesta</p> <p>Luku 3: Avoimen lähdekoodin määritelmä, haasteet ja mahdollisuudet; Odoo-toiminnanohjaus- ja tuotannonohjausjärjestelmän esittely mahdollisuuksineen ja rajoitteineen</p> <p>Luku 4: Teoriaa vaatimusmäärittelystä ja prosessikehityksestä; teorian pohjalta rakennetun ReqPros-kehitysmallin esittely, jota hyödynnetään empiirisessä osuudessa</p>
Empiirinen osuus	Luku 5: Tutkimusmenetelmien esittely; tuotannonohjauksen nykytila kohdeyrityksessä; liiketoiminnan, käyttäjien ja järjestelmävaatimukset sekä rajoitteet tuotannonohjaukselle; tilaus-valmistus-toimitusprosessin prosessikuvaukset
Analyysi ja yhteenveto	Luku 6: Analyysi, johtopäätökset ja yhteenveto sekä tutkimuksen luotettavuuden arviointi

2 Toiminnan- ja tuotannonohjaus

Tässä luvussa määritellään ensin toiminnanohjausjärjestelmän konsepti ja esitellään siihen liittyviä yrityksen osa-alueita. Sen jälkeen määritellään tuotannonohjauksen käsite ja avataan siihen liittyviä konsepteja ja filosofiaa diplomityön ymmärrettävyyden vaatimalla tasolla.

Toiminnanohjauksen ja tuotannonohjauksen esittely on sisällytetty osaksi diplomityötä siksi, että ne muodostavat kontekstin hankittavalle tietojärjestelmälle. Vaatimusten karkeituksen ja syvemmän ymmärryksen takia on ensin ymmärrettävä toiminnanohjauksen kokonaisuus, josta tuotannonohjaus on yksi osa. Tuotannonohjauksen ymmärtäminen karkealla tasolla on myös välttämätöntä, koska muuten haastatteluissa ei osata välttämättä kysyä kaikkia olennaisia kysymyksiä tai ymmärretä käytettyjä termejä kuten jälkilaskenta tai tuoterakenne.

2.1 Yrityksen toiminnanohjaus

Toiminnanohjaus on yritykselle laaja ja erittäin tärkeä asia. Se vaikuttaa yrityksen jatkuvaiseen toimintaan ja voi sekä estää että mahdollistaa yrityksen kilpailukyvyyn kansainvälistyillä markkinoilla. Toiminnanohjauksen avulla pystytään ratkaisemaan esimerkiksi siiloutuneen tiedon ongelmia jakamalla tietoa tehokkaammin yrityksen eri toimintojen välillä. Toiminnanohjauksen merkitys onkin kasvanut viime vuosien aikana Pk-yrityksissä. Toiminnanohjauksen keskeisimmät tavoitteet ovat (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009: 402; Häkkinen 2003; Miettinen 1993):

- Saavuttaa kapasiteetin korkea tuottavuus (käyttöaste)
- Minimoida toimintaan sitoutunut vaihto-omaisuus ja pääoma
- Pienentää valmistuskustannuksia
- Taata ja parantaa toimitusvarmuutta
- Lyhentää tuotannon läpäisyaikaa ja toimitusaikaa
- Täyttää asiakkaan odottama laatutaso

Toiminnanohjausjärjestelmä eli ERP-järjestelmä (engl. Enterprise Resource Planning) on yrityksen keskeinen tietojärjestelmä, joka yhdistää yrityksen eri toimintoja kuten myyntiä, taloushallintaa, varastoa sekä tuotantoa. Toiminnanohjausjärjestelmä hallinnoi ja ohjaa resursseja, prosesseja sekä tietovirtoja. (Kumar & van Hillegersberg 2000.) Toiminnanohjausjärjestelmän tyypillisimpiä osa-alueita ovat asiakkuudenhallinta ja myynti, taloushallinto ja laskutus, henkilöstöhallinto, varastohallinta, tuotannonohjaus, logistiikka ja kuljetukset, toimittajienhallinta, hankintojen hallinta ja ostot sekä projektinhallinta. Toiminnanohjausjärjestelmän yleisimmät tehtäviä ovat (Haverila et al. 2009: 430):

- Perustietojen ylläpito
- Tapahtumatietojen hallinta
- Tietojen välitys organisaation sisällä
- Suunnitelmien laadinta ja ylläpito
- Toteumatietojen keruu ja ylläpito
- Asiakirjojen ja dokumenttien tuottaminen
- Tilastointi ja raportointi

Toiminnanohjausjärjestelmän suurimmat hyödyt saadaan tietojen yhdistelemisestä ja analysoimisesta. Esimerkiksi tuotantohenkilöstö voi helposti hyödyntää myynnissä tuotettuja tietoja ja dokumentteja. Vastaavasti myynti voi kustannuslaskelmassa yhdistää tuotannosta saatuja materiaalmääriä sekä työaikoja, ostosta saatuja hankintahintoja, tilaukselle määritettyä myyntihintaa ja laskutuksesta saatavaa ostohistoriaa. Toiminnanohjausjärjestelmät ovatkin usein suunniteltu modulaarisiksi, jolloin niiden toiminnallisuutta voidaan laajentaa halutuilla lisämoduuleilla.

Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto eroaa muiden tietojärjestelmien käyttöönotosta kahdella tavalla: tietojärjestelmän käytön pakollisuudella ja liiketoiminnallisten prosessien muuttumisella teknologian vaikutuksesta (Klaus, Wingreen & Blanton 2007). Lisäksi toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto pitäisi nähdä organisaation jatkuvana toiminnan kehittämisenä, jolloin toiminnanohjausjärjestelmän vaikutukset koko organisaatioon tulisi huomioida. Näin ei usein ole vaan sen käyttöönotto on vain yksi projekti

muiden joukossa, jolloin toiminnanohjausjärjestelmän vaikutukset esimerkiksi johtamistapoihin, prosesseihin ja henkilöstön toimintatapoihin jää tiedostamatta. (Reijonen, Reiman ja Airola 2001.) Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto vaatiikin muutosta koko organisaatiossa. Prosessin aikana työtavat, -tehtävät ja -välineet, organisaati rakenne ja jopa arvot saattavat muuttua. (Klaus et al. 2007) Näistä syistä johtuen prosessien mallintaminen sekä prosessikehitys ovat tietojärjestelmän vaatimusmäärittelyn ohella hyvin tärkeitä osa-alueita.

2.2 Yrityksen tuotannonohjaus

Tuotanto voidaan määritellä niin, että se pitää sisällään kaikki yrityksen osa-alueet ja toiminnot, jotka vaaditaan tuotteen valmistamiseksi tai palvelun tarjoamiseksi sekä näiden hallitsemisen. Tuotanto nähdään yrityksen yhtenä päätoiminnoista, joka tukee yrityksen strategiaa ja pyrkii varmistamaan mahdollisimman hyvän taloudellisen tuloksen. (Miettinen 1993: 11; Haverila et al. 2009.) **Tuotannonohjaus** on päätoimintojen kuten markkinoinnin, myynnin, tuotannon ja logistiikan toiminnan sovittamista yhteen niin, että asiakkaiden tarpeista saadut tuotantotavoitteet ja yrityksen päämäärät täyttyvät parhaalla mahdollisella tavalla (Miettinen 1993: 11-24; Haverila et al. 2009; Häkkinen 2003).

Tuotannonohjauksen yleisiä tavoitteita ovat kustannusten minimointi, toimitusvarmuuden parantaminen, hyvä laatu ja tuotannon joustavuus. Tuotantoa velvoittavat myös toiminnanohjaukselta periytyvät tavoitteet: kapasiteetin korkea tuottavuus, sitoutuneen vaihto-omaisuuden minimoiminen, toimitusvarmuuden takaaminen ja parantaminen, tuotannon läpäisyajan ja toimitusajan lyhentäminen. Korkea kapasiteetin tuottavuus tarkoittaa tuotannon maksimoimista eli mahdollisimman suuria tuotantoeriä sekä vähän aikaa vieviä asetusajoja ja resurssien kuten tuotantolaitteiden, tuotantotilojen ja työntekijöiden tehokasta käyttöä. Vaihto-omaisuutta pystytään minimoimaan niin, että raaka-aineisiin, keskeneräiseen työhön ja lopputuotevarastoihin sitoutuu mahdollisimman vähän pääomaa. Toimitusvarmuus taataan asiakkaalle pitämällä sovitut toimitusajat ja ylläpitämällä valmiutta toimittaa tuotteita tarvittaessa. Käytännössä toimitus-

varmuuden takaaminen tarkoittaa esimerkiksi tuotteiden, komponenttien ja raaka-aineiden varastointia ja resurssien käytön valmiutta pieniin tuotantoeriin. Tuotannon läpäisyajan ja toimitusajan lyhentäminen sisältää tuotannon suunnittelun mahdollisimman nopeaksi, jolloin keskeneräiseen tuotantoon sitoutuu mahdollisimman vähän pääomaa, kehittää toimitusvarmuutta ja laatua sekä helpottaa kapasiteetin suunnittelua. Kustannustehokkuuden tavoittelu isoista tuotantoeristä on kuitenkin ristiriidassa esimerkiksi toimitusvarmuuden kehittämisen kanssa, jossa pyritään ketteryteen pienillä tuotantoerillä. Näille ristiriitaisille tavoitteille pitääkin löytää tuotannonohjauksella avulla mahdollisimman hyvä kompromissi. (Haverila et al. 2009: 402-404.)

Toimitusvarmuus muodostuu toimitusajasta, luvattujen toimitusaikojen lunastamisesta, palvelutasosta, myöhästymisistä, jälkitoimitusten määrästä ja valmistuksen läpäisyajasta (Haverila et al. 2009: 399). Toimitusaika on tarkemmin määriteltynä aika, jonka asiakas kokee tilauksen tekemisestä valmiin tuotteen vastaanottamiseen (Miettinen 1993: 25). Toimitusaika määräytyy yrityksen tilaus-valmistus-toimitusprosessin läpäisyajan perusteella. Asiakkaan kokemaan toimitusaikaan riippuu valmistuksen viemästä läpäisyajasta, joka Haverilan et al. (2009: 401) mukaan tarkoittaa kalenteriaikaa tuotteen valmistuksen aloittamisesta tuotteiden valmistumiseen asti. Valmistuksen läpäisy aika ei siis kuvaa tuotteen tuottamiseen kuluvaa aikaa vaan se sisältää myös esimerkiksi odotusaikaa.

Laatuun liittyy vahvasti laatukustannusten käsite, jolla tarkoitetaan sekä ennaltaehkäisevää laadunvalvontaa ja laadun parannustyötä että erityisesti virheistä aiheutuneita ulkoisia ja sisäisiä virhekustannuksia. Ulkoisiksi virhekustannuksiksi lasketaan asiakkaalla ilmenneet virheet eli takuukorjauksista aiheutuvat kustannukset, reklamaatiot ja laatu virheistä aiheutuvat alennukset. Sisäisiä virhekustannuksia ovat hylkäykset, korjaukset, lajittelut, virheiden analysointi ja arvon vähennys. Yrityksen laatukustannukset voivat olla jopa 25 % yrityksen liikevaihdosta. (Haverila et al. 2009: 376.)

2.2.1 Tuotannonohjauksen prosessi ja vaiheet

Tuotannonohjaus voidaan jakaa aikavälin ja suunnittelutarkkuuden perusteella karkeasti neljään osaan: kokonaissuunnitteluun, karkeasuunnitteluun, hienosuunnitteluun ja valmistuksen ohjaukseen. **Kokonaissuunnittelu** on yrityksen johdon tekemää ylimmän tason suunnittelua, jossa esimerkiksi osana vuotuista budjettisuunnittelua tehdään myös tuotannon kokonaisvolyymiä ja muuta taloutta koskevat suunnitelmat. Kokonaissuunnittelussa käsitellään resurssitarpeiden kautta myös rekrytointitarpeet ja mahdolliset kumppanuussopimukset alihankkijoiden ja toimittajien kanssa. **Karkeasuunnittelussa** mennään kokonaissuunnittelua syvemmälle ja tarkemmalle tasolle. Karkeasuunnittelu sisältää mm. yleisellä tasolla olevan resurssitarpeen (henkilö- ja laitekapasiteetti) ja materiaalitarpeen suhteutettuna varastotasoihin. Karkeasuunnittelun yksi tärkeimmistä tehtävistä on toimituskyvyn määrittely, joka sisältää asiakkaille luvattavat toimitusajat. Karkeasuunnittelua voidaan tehdä jopa muutaman viikon aikajänteellä ja siinä on ennusteilla paljon pienempi merkitys. **Hienosuunnittelussa** tehdään valmistuksen yksityiskohtaista suunnittelua, josta syntyy tarkka tuotantosuunnitelma. Hienosuunnittelun pohjana toimii karkeasuunnitelma tuotantoerien ajoituksineen. Hienosuunnitelman aikajänne halutaan pitää lyhyenä, että käytettävissä olevat tiedot ovat mahdollisimmat varmoja. (Haverila et al. 2009: 409-420.) Tuotannonohjauksen tasot ovat esiteltyinä tarkemmin taulukossa 2.

Taulukko 2. Tuotannonohjauksen suunnittelun tasot (Haverila et al. 2009: 409-420)

	Aikaväli	Perustuu	Liittyvät asiat
Kokonaissuunnittelu	~ 1 vuosi	Tilaukanta, menekkiennusteet, varastotilanne	Budjetti, strategiset tavoitteet, tarjoustoiminnan ohjaus, tuotantomäärien suunnittelu, varastointisuunnitelma
Karkeasuunnittelu	~ 1 kk	Tilaukanta, tuotteiden varastotilanne, valmistusbudjetin tavoitteet	Resurssien käytön yleissuunnittelu ja toimituskyvyn määrittely, kuormitussuunnittelu, varastotilanne ja materiaalitarpeet

Hienosuunnittelu	1-7 pv	Tilaukanta, ajoitetut tuotantoerät, tuotannon tilanne, käytettävissä olevat resurssit	Tuotantoerien suunnittelu, työvaiheet ja vaiheajat, työjärjestys, tuotannon ajoitus, pullonkaulat
-------------------------	--------	---	---

Karkea- ja hienosuunnittelun onnistuminen vaatii toteutuneiden tapahtumien seurantaa ja raportointia. Raporttien perusteella seurataan ajoituksen onnistumista sekä ylläpidetään materiaali- ja kuormituskirjanpitoa. Tiedot mahdollistavat myös toiminnan tuottavuuden, läpäisyajojen sekä eri vaiheiden vaatimien työaikojen seurantaa. (Haverila et al. 2009: 426.)

Valmistuksen ohjaus sisältää työn yksityiskohtaisen toteutussuunnitelman, työtehtävien jakamisen sekä ohjauksen, valvonnan ja raportoinnin. Valmistuksen ohjauksessa tehdään siis suunnitelma, jota ryhdytään toteuttamaan ja reagoidaan mahdollisiin poikkeamiin. Valmistuksen ohjauksen näkökulmasta helpoimpia ovat vakiotuotteet, joita valmistetaan usein ja samalla tavalla, ja hankalimpia ovat yksittäin valmistettavat räätälöidyt tilaustuotteet. Valmistusta ohjataan työmääräimillä, jotka koostuvat työ- ja materiaalmääräimistä sekä saattokorteista. Työmääräin itsessään pitää sisällään valmistettavan tuotteen tai työvaiheen tiedot sekä lisätietoja kuten piirustusnumeron, työkalutiedot ja työohjeet. Materiaalmääräimestä selviävät tarvittavat raaka-aineet ja komponentit ja näiden määrät. Saattokortti kertoo valmistettavan tuotteen työnkulun tuotantolaitoksen eri työpisteiden välillä. Työmääräimeen saatetaan liittää myös muita dokumentteja kuten työohjeita, piirustuksia ja laadunvalvontakortteja. Valmistuksen ohjaus saatetaan tehdä kokonaan työpisteissä olevasta tietokoneesta, josta selviävät tarjolla olevat työtehtävät ja näiden lisätiedot. Tämä mahdollistaa työjärjestyksen muokkauksen ja uudelleenajoituksen aina siihen asti kunnes työvaihe aloitetaan. Työntekijöille voidaan myös antaa mahdollisuus omien työtehtävien suunnitteluun. (Haverila et al. 2009: 425-426.)

Tuotannon valmistuttua voidaan tehdä yrityksen kustannustietoisuutta parantava jälkilaskelma, jossa otetaan huomioon toteutuneet tiedot esimerkiksi työajasta ja käytetyistä materiaaleista. Tuotteiden jälkilaskelmassa otetaan huomioon tuotteen valmistamiseen kulunut työaika, materiaalit, raaka-aineet ja mahdollinen hukka. Materiaalien ja raaka-aineiden hinnat sisältävät myös esimerkiksi rahdit ja tullit. Jälkilaskelmaa voidaan verrata myyntihintaan, jolloin saadaan kannattavuuslaskelma, tai ennakkolaskelmaan, jolloin seuraavan vastaavan tuotannon odotusarvo on todenmukaisempi. Jälkilaskentaa voidaan tehdä tuotteiden lisäksi esimerkiksi työntekijöille, työvaiheille, kuormitusryhmille tai tuoteryhmille.

2.2.2 Tuotannonohjausjärjestelmä

Tuotannonohjausjärjestelmä on tietojärjestelmä, joka hallitsee erityisesti tuotantoon liittyviä tietoja, tarjoaa tuotannossa tarvittavia toimintoja ja ylläpitää kytköksiä muiden päätoimintojen tarvittaviin tietoihin. Häkkisen (2003) mukaan tuotannonohjausjärjestelmä on yrityskohtainen ratkaisu, joka voi olla pelkästään manuaalinen sovellus tai tietokonepohjainen järjestelmä mutta myös näiden yhdistelmä.

Tuotantoa ei voida tarkastella irrallisena osana toiminnanohjauksen kokonaisuudessa. Tuotannonohjausjärjestelmä kytkeytyy tiiviisti muihin jo mainittuihin toiminnanohjausjärjestelmän osa-alueisiin. Asiakkuudenhallinta ja myynti tarjoavat tuotannonohjaukselle tilauskannan sekä asiakastiedot. Varastohallinnan kautta tuotanto saa tiedon materiaalien tai raaka-aineiden saatavuudesta varastosaldojen kautta. Lisäksi tuotannosta voidaan pyytää puuttuvien materiaalien ostotilausta hankintojen hallinnan puolelle. Tuotannonohjaukselle on tärkeää myös toimittajienhallinta, joka kytkee yrityksen alihankkijat ja muut toimittajat tuotannon prosessiin ja sen vaiheisiin. Valmiit tuotantotilaukset tuotanto toimittaa logistiikan avulla asiakkaille, jonka jälkeen käynnistyy laskutusprosessi, joka tuottaa aineistoa taloushallintoon. Lisäksi esimerkiksi henkilöstöhallinnossa ylläpidetään ja seurataan tuotantohenkilöstön työkuormaa, lomiamia ja muita poissaoloja.

Tuotannonohjauksen usein hyödyntämät toiminnanohjauksen alueet ovat tuotetiedon hallinta, tuoterakenteet ja tuotteen elinkaaren hallinta (Aura 2015). **Tuotetiedon hallinta** eli PDM (engl. Product Data Management) koostuu tuotteiden kehityksen seurannasta ja tuotteisiin liittyvien tietojen, metatietojen ja dokumenttien ylläpidosta ja hallinnasta. Tuotetietojen hallinta sisältää erilaisia ohjeistuksia, toimintatapoja ja sääntöjä, jotka rajaavat tietojen käyttöä ja ylläpitoa. Tuotetiedot voivat sisältää niin primääristä tietoa kuten tuotteen yksityiskohtia ja dokumentteja sekä metatietoja tuotteen tietojen kehityksestä kuten tuotetietojen viimeinen muutospäivämäärä ja muokkaaja. Tuotteeseen liittyvät dokumentit voivat olla tuotteiden sertifikaatteja, 3D-malleja, piirustuksia ja koneistuksessa käytettäviä ohjelmia. Tuotetietojen hallinnan perusominaisuuksia ovat muun muassa tiedon varastointi, dokumenttien hallinta, muutostenhallinta ja dokumenttien katseluominaisuudet. Tuotetietojen hallintaan voidaan sisällyttää perinteisten tuotteiden lisäksi esimerkiksi puolivalmisteet, raaka-aineet, aihiot, tarvikkeet, työkalut ja muotit. Myös palvelut ja muu työntekijöiden tekemä työ voidaan määrittää omiksi tuotteikseen. Tuotetiedon hallinta sisältää myös erilaiset tuotevariantit eli pohjatuotteesta pienillä yksityiskohdilla eroavat variaatiot. Mitä tarkemmalla tasolla tuotenimikkeitä halutaan seurata, sitä työläämpää siitä tulee. Vastaavasti liian karkea seurannan taso voi jopa vaarantaa tuotteen valmistuksen. (Aura 2015.)

Tuotetietoihin voidaan tuotantoa varten liittää tuoterakenne, joka kytkee muut tuotenimikkeet valmistettavaan tuotteeseen. **Tuoterakenteeseen** (engl. Bill-of-Materials eli BOM) määritellään tuotteen valmistukseen vaadittavat raaka-aineet ja puolivalmisteet sekä näiden määrät. Tuoterakenteeseen voidaan myös kytkeä työvaiheet ja niihin liittyvät kapasiteettitarpeet. (Haverila et al. 2009: 433.) Tuoterakenne on siis hierarkkinen rakenne tuotteen komponenteista aina raaka-aineen tasolle. Tuoterakenne on kriittinen osa tuotannonohjausjärjestelmää eikä ilman sitä pystyttäisi tuotteita valmistamaan.

Tuotteen elinkaaren hallinta on tiukasti kytköksissä tuotetiedon hallintaan ja näiden erottaminen saattaa olla hankalaa. **Tuotteen elinkaaren hallinta** eli PLM (engl. Product Lifecycle Management) pyrkii laajentamaan tuotetiedon hallinnan yrityksen sisäisesti kaikkialle ja ulkoisesti koko yrityksen arvoketjuun kaikissa tuotteen elinkaaren vaativissa toiminnoissa ja rajapinnoissa. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että myös yrityksen

kumppanit osallistuvat tuotetietojen hallintaan ja kehittämiseen. Tuotteen elinkaari koostuu ajanjaksosta, joka käynnistyy tuotteen ensimmäisestä vaatimuksesta ja päättyy tuotteen poistuttua tuotevalikoimasta. Tuotteen elinkaaren hallinnalla pyritään varmistamaan, että tarpeelliset tuotetiedot ovat saatavilla kaikissa elinkaaren vaiheissa aina määrittelystä, suunnitteluun, valmistukseen ja käytöstä poistoon asti myös arvoketjun muilla osapuolilla. Tuotteen elinkaaren hallinnan tehokas käyttö vaatii verkostomaista toimintaa, jossa tiedon tuottamiseen, käyttämiseen ja hallintaan osallistuvat kaikki eri verkoston osapuolet. (Aura 2015.)

Tuotannonohjausjärjestelmän tärkeimmät osa-alueet ovat tarvelaskenta, kuormituskirjanpito, materiaalikirjanpito ja kustannuslaskenta sekä jälkilaskenta. **Tarvelaskenta** pitää sisällään tuotteen erän valmistamiseen tarvittavien resurssien ja materiaalien tarpeen. Tarvelaskennassa hyödynnetään määriteltyjä tuotekohtaisia kapasiteettitarpeita ja pyritään ajoittamaan valmistus tehokkaasti työvaiheita ja niiden kestoja hyödyntäen. **Kuormituskirjanpito** kohdistaa tarvelaskennassa tehdyt kapasiteettitarpeet tiettyyn ajankohtaan tai tarkastelujaksoon. **Materiaalikirjanpito** eli varastonhallinta pitää huolta varaston tuotteiden varastosaldoista niin tuotteiden, materiaalien kuin puolivalmistesten osalta. Varastosaldo muodostuu materiaalien käytön ja täydennyksen muutosten laskennasta. **Kustannuslaskenta** pyrkii laskemaan tuotteelle realistisen kustannuksen ja hinnan tuoterakenteeseen määritellyn kapasiteettikäytön ja kuluvan materiaalin perusteella. Valmistuksen aikana muodostuvaa toteumaa voidaan verrata jälkilaskelmassa arvioihin perustuvaan kustannuslaskelmaan. (Haverila et al. 2009: 430-436.)

3 Avoin lähdekoodi

Tässä luvussa määritellään ensin avoimen lähdekoodin käsite, jonka jälkeen käsitellään lyhyesti avoimen lähdekoodin mahdollisuuksia ja rajoitteita. Lopuksi esitellään avoimen lähdekoodin Odoo-toiminnanohjausjärjestelmä, jonka kohdeyritys on valinnut tulevaksi tuotannonohjausjärjestelmäkseen.

Avoimella lähdekoodin käsitteellä ei ole yhtä standardoitua määritelmää (COSS 2015). Open Source Initiative (eli OSI) määrittelee avoimen lähdekoodin ohjelmiston ohjelmistoksi, jota voidaan vapaasti käyttää, muuttaa ja jakaa kenen tahansa toimesta. Avoimen lähdekoodin ohjelmiston kehittämiseen on osallistunut useita henkilöitä, se on julkaistu avoimen lähdekoodin lisenssillä ja täyttää OSI:n avoimelle lähdekoodille määrittämät kymmenen kriteeriä. OSI ylläpitää listaa avoimen lähdekoodin lisensseistä, jotka täyttävät annetut kriteerit. (OSI 2015; COSS 2015.)

Avoin lähdekoodi on sisällytetty osaksi diplomityötä, koska se vaikuttaa diplomityön kontekstiin asettamalla tiettyjä rajoitteita, mutta myös mahdollistamalla erityisesti tietojärjestelmän kannalta asioita, jotka vaikuttavat vaatimusmäärittelyyn ja sitä kautta diplomityön tuloksiin. Avoimen lähdekoodin Odoo-toiminnanohjausjärjestelmä halutaan esitellä diplomityössä, koska se vaikuttaa erityisesti tietojärjestelmän luomiin mahdollisuuksiin, joka on osa vaatimusmäärittelyä. Odoo-järjestelmä myös konkretisoi Terästarvikkeella vallitsevat olosuhteet avoimen lähdekoodin hyödyntämisessä. Odoo-järjestelmän kuvaus perustuu järjestelmää kehittävän yrityksen Odoo S.A.:n omiin verkkosivustoihin sekä demojärjestelmästä tehtyihin havaintoihin.

3.1 Avoimen lähdekoodin mahdollisuudet ja hyödyt

Avoin lähdekoodi eroaa kaupallisista ohjelmistoista ja sovelluksista merkittävästi. Avoimen lähdekoodin ohjelmiston voi kuka tahansa ottaa omaan käyttöönsä, kehittää edelleen ja osallistua yhteisön toimintaan. Kaupallisiin ohjelmistoihin verrattuna avoin läh-

dekoodi on kustannustehokasta, mahdollistaa riippumattomuuden järjestelmätöimittajista, edistää avoimuutta ja parantaa laatua. Avoimen lähdekoodin mahdollisuuksia ja hyötyjä on kuvattu taulukossa 3.

Taulukko 3. Avoimen lähdekoodin mahdollisuuksia ja hyötyjä

	Osa-alue	Lähteet:
Ei lisenssimaksuja	Kustannus- tehokkuus	JHS 2009; COSS 2015
Ei työlästä lisenssien ylläpitoa	Kustannus- tehokkuus	COSS 2015
Pilotointi ja testaaminen pieniriskistä	Kustannus- tehokkuus	JHS 2009
Ohjelmistokehityksen nopeutuminen	Kustannus- tehokkuus	JHS 2009
Organisaation oman sekä yhteisön tietotaidon ja osaamisen hyödyntäminen	Kustannus- tehokkuus	JHS 2009
Toimittajariippumattomuus tai vähintään riippumattomuuden pieneneminen	Riippumattomuus	JHS 2009; COSS 2015
Toimittajariippumattomuus tuo joustavuutta ja vähentää riskejä	Riippumattomuus	COSS 2015
Datan hallinta aina asiakkaalla	Riippumattomuus	-
Vapaa kilpailutus koko tuotteen elinkaarajan	Riippumattomuus	JHS 2009
Lähdekoodin tarkistettavuus	Avoimuus	JHS 2009
Ohjelmien jakaminen organisaatioiden välillä mahdollista	Avoimuus	JHS 2009
Avoimet rajapinnat ja järjestelmien yhdistettävyys	Avoimuus	COSS 2015
Laajennettavuus: kuka tahansa voi kehittää moduulin	Avoimuus	-

Kehittäjäyhteisön yhteistyö ja tuki	Avoimuus	COSS 2015
Korkea laatu ja hyvä tietoturva	Laatu	COSS 2015

3.2 Avoimen lähdekoodin heikkoudet ja haasteet

Avoimeen lähdekoodiin perustuvien järjestelmien hyödyntäminen ei ole ongelmattonta. Sen suurimpia haasteita ovat kaupallisen tuen saatavuus niin teknisessä toteutuksessa kuin myös ylläpidossa. Avoimen lähdekoodin sopivuus yrityksen käyttöön on myös yksi huolenaihe, koska julkaistun avoimen lähdekoodin motiivi tai edes laajuus ei aina ole helposti havaittavissa. Myös lisensointiin, laatuun ja avoimen lähdekoodin imagoon liittyvät haasteita. Avoimen lähdekoodin heikkouksia ja haasteita on kuvattu taulukossa 4.

Taulukko 4. Avoimen lähdekoodin heikkouksia ja haasteita

	Osa-alue	Lähteet:
Kaupallisten toimijoiden löytäminen	Tuki	JHS 2009
Ylläpito- ja muutoksenhallinta	Tuki	JHS 2009
Avoimen lähdekoodin käyttöönoton vaatimat omat sisäiset resurssit	Resurssit	JHS 2009
Avoimen lähdekoodin ohjelmistojen saatavuus ja sopivuus	Sopivuus	JHS 2009
Järjestelmän laajuus – riippuu kehittävän yhteisön tekemistä strategisista linjauksista, yhteisön koosta ja aktiivisuudesta	Sopivuus	-
Laatu – riippuu kehittävän yhteisön hallinnasta ja kyvykkyydestä, koska ”kuka tahansa” voi kehittää moduulin	Laatu	-
Kypsymättömyys – koska taustalla ei välttämättä ole suuryrityksen kaltaista isoa organisaatiota kehittämässä järjestelmää	Laatu	-
Tietoturva voidaan kyseenalaistaa	Laatu	-

Lisenssit voivat olla rajoittavia ja lisenssi- muutokset voivat uhata jatkokehitystä	Lisenssit	-
Ammattimaisuuden puute	Imago	-
Ilmaisuuden leima	Imago	-

Avoimen lähdekoodin ohjelmistojen imagoon liittyy vielä nykypäivänäkin harrastelijamaisuuden leima vaikka jokainen ihminen käyttää jokapäiväisessä elämässään avoimen lähdekoodin ohjelmistoja muun muassa puhelimessaan, tabletissaan, televisiossaan ja melkein poikkeuksetta jokaisessa käyttämässään verkkosivustossa tai verkkopalvelussa. Avoimia ohjelmistoja ei vain havaita, koska niitä hyödynnetään joka puolella. Avoimeen lähdekoodiin liitetään myös virheellisesti ilmaisuus ja se, että ”ilmainen ei voi olla hyvä”. Avoin lähdekoodi ei kuitenkaan ole ilmaista vaan avointa, joka mahdollistaa yrityksille erilaisia ansaintamalleja.

Avointa lähdekoodia voidaan myös pitää tietoturvattona, koska kuka tahansa pystyy tunnistamaan lähdekoodiin tutustumalla. Toisaalta koodi on yhteisön validoimaa, jonka takia tietoturva voi olla jopa kaupallista paremmalla tasolla. Kaupallisten ohjelmistojen tietoturvasta ei lähdekoodin salaisuuden pystytäkään sanomaan kuin julkaistujen haavoittuvuuksien osalta. Julkaisemattomat ja hyödynnettävät haavoittuvuudet ovat molempien ohjelmistotyyppien ongelmana.

3.3 Odoo-toiminnanohjaus- ja tuotannonohjausjärjestelmä

Odoo on avoimen lähdekoodin toiminnanohjausjärjestelmä, jonka valmistuksesta vastaa belgialainen Odoo SA. Odoo on moderni ja verkkopohjainen toiminnanohjausjärjestelmä, jonka uusimpaan Odoo 8 -versioon on saatavilla noin 1900 moduulia aina asiakkuudenhallinnasta, myyntiin, laskutukseen, varastonhallintaan, tuotannonohjaukseen ja henkilöstöhallintoon asti. Odoo 8 -versio on lisensoitu avoimen lähdekoodin lisenssillä AGPLv3 (Odoo 2015), joka sisältyy myös OSI:n määrittelemiin avoimen lähdekoodin lisensseihin. Odoota kehittää Odoo AS:n lisäksi muun muassa Odoo Community Association (eli OCA 2015), joka pyrkii tukemaan Odoon toiminnallisuuksien yhteiskehitystä

sekä tunnettuutta. Kaikkiaan Odoon kehittäjäyhteisöön osallistuu laskutavasta riippuen noin 2000 henkilöä tai organisaatiota. Käyttäjiä Odoolla on noin 2 000 000. (Odoo 2015.)

Odoo on positioitunut liiketoimintasovelluksia kehittäväksi yritykseksi sen sijaan, että puhuttaisiin niinkään toiminnanohjausjärjestelmästä. Odoon metodologiaan kuuluun vaiheittainen käyttöönotto, jolloin yritys ottaa käyttöön vaihteittain erilaisia – toisiinsa kytkeytyviä – liiketoimintasovelluksia (engl. business apps), jotka lopulta muodostavat toiminnanohjauskokonaisuuden. Positioituminen johtuu siitä, että toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto mielletään usein raskaaksi, pitkäkestoiseksi, kalliiksi ja usein epäonnistuvaksi projektiksi, kun taas yksittäisten Odoo-liiketoimintasovellusten käyttöönotto on kevyttä, nopeaa, kustannustehokasta ja ketteryytensä ansiosta useammin menestyksekkästä. Vaiheittainen käyttöönotto pakottaa toimittajayrityksen ketterien ohjelmistokehityksen menetelmien käyttöön, joka tiivistää asiakkaan ja toimittajan yhteistyötä, parantaa kykyä vastata muuttuviin vaatimuksiin sekä keventää käyttöönottoprosessia. Tässä diplomityössä käytetään kuitenkin käsitettä toiminnanohjausjärjestelmä liiketoimintasovellusten sijaan, koska se on tässä yhteydessä kuvaavampi.

3.3.1 Odoon tuotannonohjauksen mahdollisuudet

Odoo sisältää tuotannonohjausjärjestelmän moduulin eli MRP-järjestelmän (engl. Manufacturing Resource Planning), johon sisältyy muun muassa tuotteiden täysi jäljitettävyys (engl. tracability), viivakoodilukijat, useat varastot, logistiset reitit (engl. routes), monitasoiset tuoterakenteet (engl. multi-level BoMs eli Bill-of-Material) ja reititykset (engl. routings). Odoon MPR-järjestelmällä pystyy suunnittelemaan tuotantotilauksia ja seuraamaan työtilauksien edistymistä automaattisesti. Eri näkymien kuten Kanban-, Gantt- ja kalenterinäkymien kautta pystyy tarkastelemaan suunnitelmaa eri näkökulmista. Analytiikkaominaisuudet mahdollistavat myös pullonkaulojen tunnistamisen resursseista ja varastopaikoista. (Odoo 2015.)

MessagingSalesProjectAccountingPurchasesWarehouseManufacturingMarketingHuman ResourcesReportingWebsiteSettings

AVOIN SYSTEMS

Manufacturing Orders

Create

or Import

1-15 of 15

Manufacturing

Manufacturing Orders

Work Orders

Planning

Order Planning

Work Orders By Resource

Products

Bill of Materials

Products

Routings

Configuration

Resources

Bill of Material Components

Work Centers

Property Groups

Reference	Scheduled Date	Product	Product Quantity	Routing	Total Hours	Total Cycles	Source Document	Status
MO00001	11/11/2014 18:23:29	[PCSC234] PC Assemble SC234	3.000	Manual Component's Assembly	7.13	1.50		Done
MO00002	11/11/2014 18:23:29	[LAP-CUS] Laptop Customized	1.000	Custom Assembly Line	0.00	0.00		New
MO00003	12/02/2014 10:53:07	[C-Case] Computer Case	1.000		0.00	0.00		Awaiting Raw Materials
MO00004	12/02/2014 10:54:20	[HDD-DEM] HDD on Demand	1.000		0.00	0.00		Done
MO00005	12/02/2014 10:55:10	[A2325] iPad Retina Display (32 GB, White)	1.000		0.00	0.00		Awaiting Raw Materials
MO00006	02/24/2015 11:08:21	[B3423] PC Assemble + Custom (PC on Demand)	5.000	Manual Component's Assembly	0.00	0.00		New
MO00007	02/24/2015 11:08:21	[B3423] PC Assemble + Custom (PC on Demand)	2.000	Manual Component's Assembly	4.75	1.00		Done
MO00008	02/24/2015 11:08:21	[C-Case] Computer Case	5.000		0.00	0.00		Awaiting Raw Materials
MO00009	02/24/2015 13:07:25	Polkuauto	10.000	Polkuauton rakentaminen: Haku-kasaus-viimeistely	28.33	30.00		Done
MO00010	03/24/2015 08:59:46	Vetolaatikosto 6 hyllyä	1.000	Vetolaatikon kasaus	18.25	6.00		Production Started
MO00011	03/22/2015 08:37:44	Vetolaatikosto 6 hyllyä	1.000	Vetolaatikon kasaus	11.50	6.00	SO021:WH: Stock -> Customers MTO	Ready to Produce

Powered by Odoo

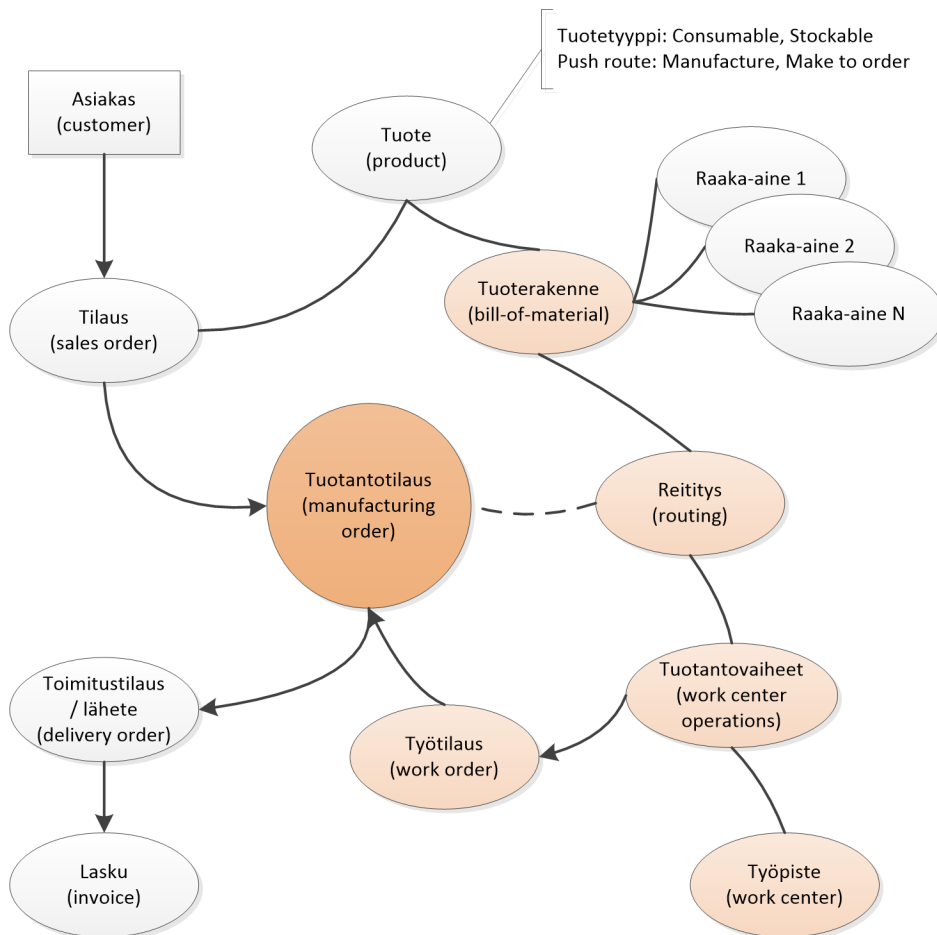
Kuva 3. Kuvakaappaus Odoon tuotannonohjauksesta

Odoo mahdollistaa tuotantotilausten tehokkaan aikataulutuksen ja tuotannon suunnittelun. Aikataulutusta voidaan tehdä myös automaattisesti liittämällä se hankintasäätöihin, materiaalien tai raaka-aineiden määrien ennusteeseen tai tuotantotilausten riippuvuuteen. Odoo auttaa myös resurssien saatavuuden sekä pullonkaulojen tunnistamisessa että korjaamisessa, joiden havaitseminen helpottaa tuotannon pysymistä aikataulusta. Resursseille voidaan määritellä reittejä ja suunnitella työaikoja sekä kapasiteetteja. Lisäksi erilaiset näkymät kuten listat, kalenterit ja Gantt-kaaviot auttavat asioiden visualisoimisessa, seurannassa sekä hallitsemisessa. Odoon mukaan järjestelmä on ketterä eikä aseta turhia rajoituksia hallintaan. (Odoo 2015.)

Odoon tuotannonohjaus integroituu tiivisti muihin toimintoihin aina myynnistä, hankintoihin ja taloushallintoon. Automatisoitu hankinta nopeuttaa ja helpottaa myyntiä, joka tuottaa työtä tuotantoon. Tuotantovaiheiden valmistumisen jälkeen tuotteet joko varastoidaan tai toimitetaan asiakkaalle. Tiukka integroituminen taloushallintoon mahdollistaa reaaliaikaisen varastonarvotuksen sekä syvemmän tason raportoinnin kustannuksiin sekä tuottoihin tuotannon operaatioista. (Odoo 2015.)

Odoo tukee myös tuoterakenteita ja variaatioita. Valmistusta varten tehtävät tuoterakenteet voivat Odoossa sisältää muita tuotteita, joilla voi lisäksi olla omia tuoterakenteita. Tämä mahdollistaa tuotteista muodostuvan puurakenteen, jolloin tuotannossa

valmistetaan ensin komponentteja, joista kasataan seuraavassa vaiheessa varsinainen lopputuote. Lisäksi tuotteiden väliset suhteet ja määrät voidaan määrittää. Odoon tuotteille voidaan määrittää myös parametreja, joista muodostuu tuotevariaatiot. Tuotevariaatiot ovat siis pieniä muutoksia varsinaiseen tuotteeseen. Esimerkki tuotevariaatiosta on väri tai koko.



Kuva 4. Käsitekartta Odoon tuotannonohjaukseen liittyvistä käsitteistä ja osa-alueista

Odoon tuotannonohjaukseen sekä tilaus-valmistus-toimitusprosessiin liittyvät käsitteet ja näiden väliset suhteet on kerätty kuvan 4 käsitekarttaan. Käsitekarttaan on korostettu oranssilla välillä erityisesti tuotannonohjaukseen liittyvät kriittiset asiat. Käsitteet on kerätty tutustumalla Odoon (2015) verkkosivustoon ja Odoon demojärjestelmään, jossa oli tuotannonohjauksen moduuli käytössä. Käsitekartan käsitteitä on käytetty hyödyksi haastattelukysymysten muodostamisessa, työpajassa sekä tuotannonohjauksen teorian vertaamisessa Odoon tuotannonohjauksen mahdollisuuksiin ja rajoituksiin.

3.3.2 Odoon tuotannonohjauksen rajoitteet

Odoon tuotannonohjauksen rajoitteet on tunnistettu tutustumalla Odoon tarjoamiin materiaaleihin sekä kokeilemalla Odoon demojärjestelmää, jonne oli asennettu tuotannonohjauksen lisäksi tärkeimmät siihen liittyvät moduulit. Seuraaviin osa-alueisiin ja kysymyksiin pitää löytää vastaus tai ratkaisu uuden tuotannonohjausjärjestelmän toteutusvaiheessa:

Suunnitteluominaisuudet, resursointi ja automatiikka. Odoossa on suunnitteluominaisuuksia, mutta niiden riittävyys Terästarvikkeen tarpeisiin saattaa olla riittämätön. Suunnittelu ja ennusteet eivät välttämättä osaa varautua resurssien estymisiin (lomat, sairaslomat, koneiden huolto) tai resurssien rajattuihin työaikoihin (7,5 h päivässä lukuun ottamatta viikonloppuja ja arkipyhiä). Nopean testauksen aikana oli hyvin vaikeaa tunnistaa kuinka paljon automatiikkaa tuotantoprosessiin pystytään liittämään ja mihin asti sitä pystytään hyödyntämään. Odoon tuotannonohjauksen puutteita pystytään tarvittaessa paikkaamaan ulkopuolisen kehittämällä Odoon toiminnallisuuksia laajentavalla moduulilla kuten OdooMRP (2015).

Tuotannon vaiheistus ja vaiheiden väliset riippuvuudet. Odoon tuotannonohjaus on tarkoitettu perustoiminnoiltaan suoraviivaisille prosesseille, jossa ei ole esimerkiksi ulkopuolisten toimittajien huolehtimia vaiheita tai monimutkaisia tuoterakenteita, jotka koostuvat useista komponenteista. Demosta ei myöskään helposti löytynyt ominaisuuksia vaiheiden välisiin riippuvuuksiin, jossa seuraava vaihe jäisi odottamaan edellisen valmistumista.

Dokumenttienhallinta ja tuotetiedon hallinta. Odoossa pystyy liittämään kaikkiin tietomalleihin liitetiedostoja, jonka avulla tuotteen elinkaaren hallintaa ja tuotetietojen hallintaa pystyttäisiin tekemään. Odoon ominaisuudet eivät kuitenkaan välttämättä riitä tuotekuvien, tuotteen valmistuskuvien, piirrosten ja näiden versiointeihin tai etenkin suoraan suunnitteluohjelman integraatioon.

Rajoitteiden laajempi ja tarkempi tarkastelu on rajattu tämän diplomityön ulkopuolelle.

4 Vaatimusmäärittely ja prosessikehitys

Tässä luvussa määritellään aluksi vaatimuksen käsite. Sen jälkeen syvennyttään erityyppisiin vaatimuksiin ja niiden lähteeseen. Alaluvuissa esitellään vaatimusten kerääminen ja dokumentointi ja niiden jatkokäsittely kategorisoinnilla ja priorisoinnilla. Vaatimusmäärittelyn laatuun otetaan kantaa esittelemällä ominaisuuksia, jotka hyvän vaatimusmäärittelyn tulisi täyttää, ja tutustutaan syihin miksi vaatimusmäärittely on tärkeä osa ohjelmistokehitystä. Seuraavissa alaluvuissa käydään läpi vaatimusmäärittelyprosessi. Käyttäjäryhmien ja muiden sidosryhmien tunnistamiseen määritellään sen jälkeen malli, jota hyödynnetään myöhemmin diplomityössä. Prosessikehityksen tärkeyteen sekä prosessiin otetaan kantaa toiseksi viimeisessä alaluvussa. Viimeinen alaluku esittelee teorian pohjalta muodostetun synteessin, ReqPros-viitekehyksen vaatimusmäärittelyyn ja prosessikehitykseen.

Sommerville (2010) määrittelee **vaatimuksen** kuvaukseksi siitä mitä järjestelmän pitäisi tehdä – palvelut, jotka se tarjoaa ja rajoitteet sen toiminnalle. IEEE Std 610.12-1990 määrittelee vaatimuksen kolmella kohdalla. Vaatimus on heidän mukaansa:

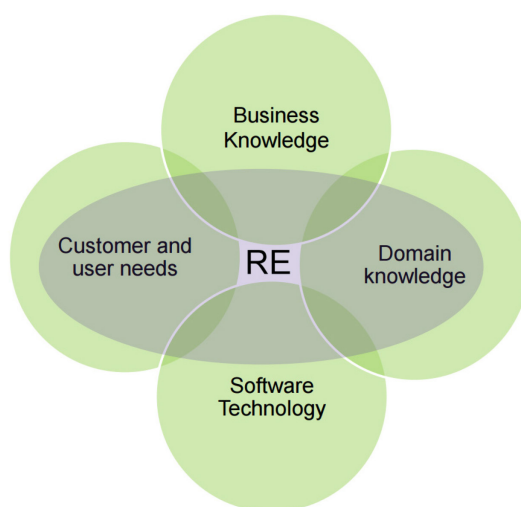
1. Tila tai ominaisuus, jonka käyttäjä vaatii ratkaistakseen ongelman tai päästäkseen tiettyyn lopputulokseen.
2. Tila tai ominaisuus, joka pitää täytyä tai sisältyä järjestelmään tai järjestelmän komponenttiin tyydyttääkseen sopimuksen, standardin, määrittelyn tai muun formaalisti muotoillun dokumentin.
3. Dokumenttimuotoinen esitystapa tilasta tai ominaisuudesta (kuten kuvattu kohdissa 1 ja 2).

PMBOK (2013) yhdistelee sekä kiteyttää IEEE Std 610.12-1990 määritelmää ja heidän mukaansa vaatimus on *”tila tai ominaisuus, joka vaaditaan tuotteeseen, palveluun tai lopputulokseen tyydyttääkseen sopimuksen tai muun formaalisti muotoillun määritelmän”*.

Vaatimusmäärittelyksi voidaan myös kutsua prosessia, jossa kartoitetaan, analysoidaan, dokumentoidaan ja tarkastellaan vaatimuksiin liittyviä palveluita ja rajoitteita (Sommer-

ville 2010). Wiegersin (2003) mukaan vaatimusmäärittely (engl. requirements' engineering) koostuu sekä vaatimusten kehittämisestä (engl. requirements' development) että vaatimustenhallinnasta (requirements' management). Vaatimusten kehittäminen sisältää vaatimusten kartoituksen, analyysin, määrittelyn ja validoinnin. Vaatimustenhallinta pitää sisällään asiakkaan kanssa käytävän läpikäynnin, neuvottelun ja vaatimusten muutosprosessin. (Wiegers 2003.)

Kauppinen ja Ylikangas (2014) näkevät vaatimusmäärittelyn kokonaisuutena (kuva 5), johon liittyy liiketoiminnallinen tietämys (engl. business knowledge), asiakas- ja käyttäjätarpeet (engl. customer and user needs), aihealueen ymmärrys (engl. domain knowledge) ja ohjelmistotekniikka (engl. software technology). Vaatimusmäärittelyä tekevän organisaation pitäisi siis ymmärtää laajemmalla tasolla liiketoimintaa, omata tai saavuttaa ymmärrys käsiteltävästä aihealueesta kuten tuotannonohjauksesta, osata kerätä tarpeita sekä vaatimuksia asiakkailta sekä käyttäjiltä ja tuntea kyseistä ohjelmistotekniikkaa riittävällä tasolla. Vaatimusmäärittely onkin syvän ymmärryksen hankkimista asiakas- ja käyttäjätarpeista sekä aihealueesta. Lisäksi pitäisi hankkia hyvä tietämys liiketoiminnallisista tavoitteista, liiketoiminnallisesta ympäristöstä ja sen olosuhteista ja ohjelmistotuotannon perusteista mahdollisuuksien ja rajoitteiden osalta. (Kauppinen ja Ylikangas 2014.)



Kuva 5. Vaatimusmäärittelyyn (RE eli engl. Requirements Engineering) liittyvät osa-alueet (Kauppinen ja Ylikangas 2014)

4.1 Toiminnalliset vaatimukset, ei-toiminnalliset vaatimukset ja rajoitteet

Vaatimuksia on kolmea eri tyyppiä: toiminnalliset vaatimukset (engl. functional requirement), ei-toiminnalliset vaatimukset (engl. non-functional requirement) ja rajoitteet (engl. constraints). Vaatimukset voidaan jakaa myös käyttäjävaatimuksiin (engl. user requirements) ja järjestelmävaatimuksiin (engl. system requirements).

Toiminnallinen vaatimus on kannanotto palveluista, jotka järjestelmän tulisi tarjota, tieto siitä miten järjestelmän tulisi reagoida tiettyihin syötteisiin ja kuinka järjestelmän tulisi toimia tietyissä tilanteissa. Jossain tapauksissa toiminnalliset vaatimukset voivat myös yksiselitteisesti selittää mitä järjestelmän ei tulisi tehdä. (Sommerville 2010.) IEEE Std 610.12-1990 määrittelee toiminnallisen vaatimuksen *”vaatimukseksi, joka määrittelee toiminnon, jonka järjestelmä tai järjestelmän komponentin pitää pystyä suorittamaan”*.

Ei-toiminnallinen vaatimus on rajoite palveluille tai toiminnallisuuksille, joita järjestelmä tarjoaa ja ne voivat olla kehitykseen tai ajoitukseen liittyviä rajoituksia tai standardien asettamia rajoitteita. Ei-toiminnalliset vaatimukset pätevät usein koko järjestelmään yksittäisen palvelun tai toiminnallisuuden sijaan. (Sommerville 2010.) Ei-toiminnallinen vaatimus voi olla esimerkiksi käytettävyyteen tai käytettävään teknologiaan liittyviä rajoituksia.

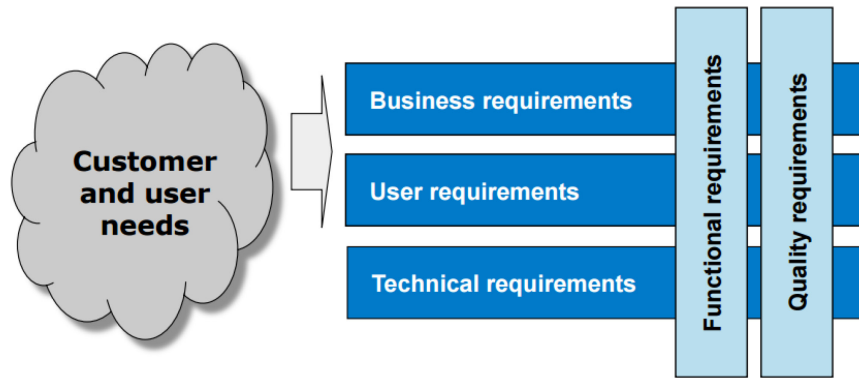
Rajoite tai reunaehto (engl. constraint) muistuttaa hyvin pitkälle ei-toiminnallista vaatimusta. Rajoite määrää rajoituksia vaihtoehdoille, joita ohjelmistokehittäjällä on suunnitellessaan ja toteuttaessaan järjestelmää (Wiegers 2003). Laineen (2013) mukaan *”myös reunaehdot rajoittavat järjestelmän toimintaa [kuten ei-toiminnalliset vaatimukset], mutta erona ei-toiminnallisille vaatimuksille on, että niistä ei voi neuvotella”*. Sommervillen (2010) näkee rajoitteiden sisältyvän ei-toiminnallisiin vaatimuksiin.

Käyttäjävaatimukset ovat luonnollisella kielellä tehtyjä kirjoituksia palveluista, jotka järjestelmän tulisi toteuttaa, ja rajoituksista, joita järjestelmän tulee kunnioittaa (Sommerville 2010). Wiegers (2003) mukaan ne kuvaavat käyttäjän tavoitteita ja tehtäviä, jotka käyttäjän pitää pystyä suorittamaan järjestelmällä. **Järjestelmävaatimukset** ovat tarkemman tason kuvauksia järjestelmän ominaisuuksista, palveluista ja toiminnallisista rajoituksista ja niiden tulisi tarkkaan määrittää mitä järjestelmään toteutetaan (Sommerville 2010). Wiegers (2003) näkemyksen mukaan järjestelmävaatimukset kuvaavat korkean tason vaatimuksia, joka sisältää useita alijärjestelmiä tai komponentteja. Järjestelmä voi siis sisältää sekä laitetason että ohjelmistotason vaatimuksia, mutta niiden toimintojen toteuttajana voi olla myös ihminen, koska ihminen on osa järjestelmää.

Sommerville (2010) on jakanut ei-toiminnalliset vaatimukset hienojakoisemmaksi puumaiseksi rakenteeksi, jonka korkeimmat tasot ovat tuotevaatimukset, organisatoriset vaatimukset ja ulkopuoliset vaatimukset. Tuotevaatimukset koostuvat muun muassa käytettävyyteen, tehokkuuteen ja tietoturvaan liittyvistä vaatimuksista. Organisatoriset vaatimukset sisältävät ympäristöön, toimintoihin ja kehitykseen liittyvät vaatimukset. Ulkopuoliset vaatimukset koostuvat lainsäädännöllisistä, eettisistä ja hallinnollisista vaatimuksista, johon sisältyy esimerkiksi kirjanpitolainsäädäntö.

4.2 Liiketoiminnan, käyttäjien ja tekniset vaatimukset

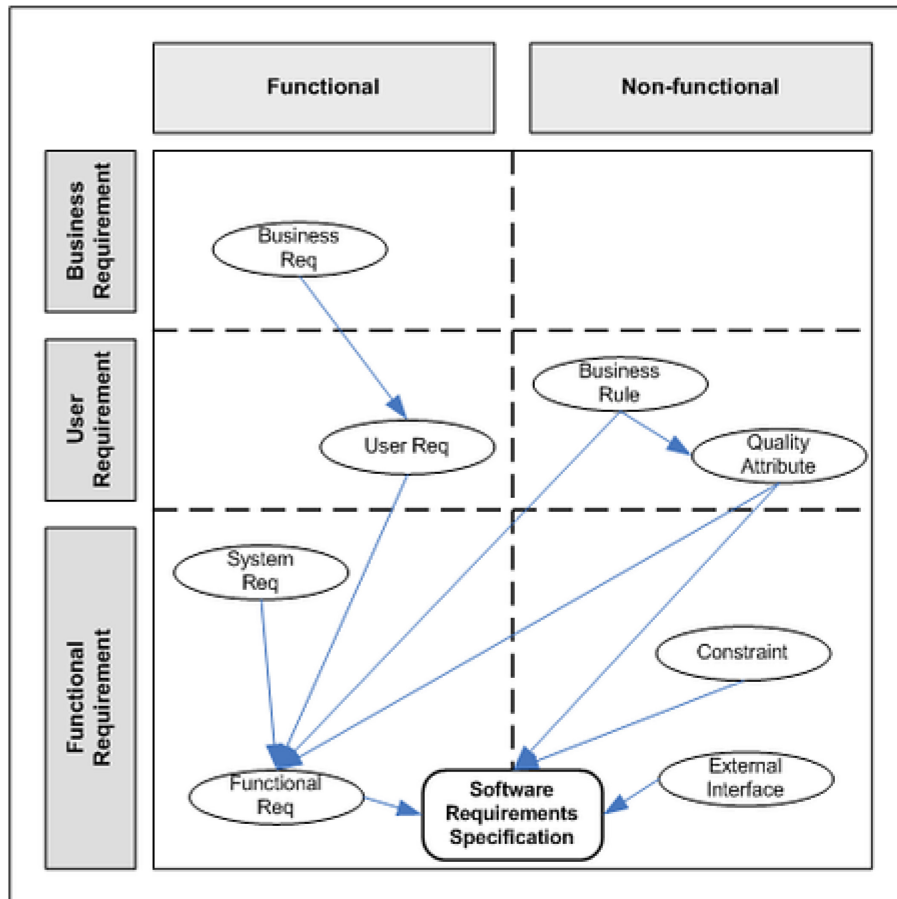
Kauppisen ja Ylikankaan (2014) esittelemä malli (kuva 6) havainnollistaa asiakkailta ja käyttäjiltä saatavien tarpeiden muuntumisen liiketoiminnallisiksi, käyttäjä- tai järjestelmävaatimuksiksi, jotka dokumentoidaan toiminnallisiksi vaatimuksiksi tai laatuvaatimuksiksi (eli ei-toiminnallisiksi vaatimuksiksi ja rajoitteiksi). Malli sisältää selvästi myös diplomityön kolmikannan eli vaatimuksien tarkastelun liiketoiminnan, käyttäjän ja tietojärjestelmän näkökulmasta. Haasteena on Sommervillen (2010: 99-101) mukaan eri sidosryhmiltä tulevat vaatimuksien määrittely ja dokumentointi, koska ne ovat usein eri näkökulmista vaikkakin saattavat olla päällekkäisiä.



Kuva 6. Miten tarpeet muuttuvat vaatimuksiksi (Kauppinen ja Ylikangas 2014)

Liiketoimintavaatimukset (engl. business requirements) kuvaavat yrityksen tai järjestelmää hankkivan asiakkaan korkean tason tavoitteet järjestelmälle. Liiketoimintavaatimukset kuvaavatkin syyt miksi yritys tai asiakas on ottamassa käyttöön kyseistä järjestelmää ja tavoitteet, jotka järjestelmän tulisi toteuttaa. Liiketoimintavaatimukset saadaan tyypillisesti asiakkaalta, loppukäyttäjän esimieheltä, tuotteen vastuuhenkilöltä, markkinointiosastolta ja tuotevisiosta. (Wiegers 2003: 9.)

Wiegersin (2003; Wiegers ja Beatty 2013) malli kuvassa 7 jakaa vaatimukset toiminnallisiin sekä ei-toiminnallisiin ja liiketoiminta-, käyttäjä- ja muihin vaatimuksiin. Mallin ylin tason on yrityksen korkean tason tavoitteet, joista johdetaan tietojärjestelmän liiketoiminnalliset vaatimukset. Mallissa erotellaan myös käyttäjä- ja järjestelmävaatimukset omiksi osikseen. Liiketoiminnan säännöt (engl. business rules) sisältävät yrityksen käytännöt, yhteiskunnan sääntelyt, alan standardit, kirjanpidon käytännöt ja muut yritykseen liittyvät normit. Wiegers (2003) erottelee omaksi osakseen myös ulkoiset rajapinnat (engl. external interfaces), joihin järjestelmän tulee olla yhdistettävissä.



Kuva 7. Erityyppisten vaatimusten lähteiden suhteet (Wiegers 2003; Wiegers ja Beatty 2013)

Kauppisen ja Ylikankaan (2014) kuvassa 6 esittelemä malli yhdistää ei-toiminnalliset vaatimukset ja rajoitteet yhteisen laatuvaatimukset-nimikkeen alle. Laatuvaatimukset (engl. quality attributes) Wiegersin (2003) mukaan kuvaavat järjestelmän erityispiirteitä eri näkökulmista, jotka voivat sisältää esimerkiksi käytettävyyttä, tehokkuutta, ketteryyttä tai sisäistä eheyttä. Toisaalta Wiegers (2003) erottelee sekä rajoitteet että laatuvaatimukset selvästi omiksi osa-alueikseen (kuva 7). Kauppisen ja Ylikankaan (2014) mallissa pääpaino on sillä, että tämän tyyppisten vaatimusten huomioita jättäminen - kuten oikeassa elämässä liian usein tapahtuu - vaikuttaa suoraan laatuun ja saattaa aiheuttaa jopa projektin epäonnistumisen, suuria muutoksia arkkitehtuuriin tai vähimmillään viivästystä toteutusaikatauluun.

4.3 Vaatimusten kartoitus ja dokumentointi

Tietojärjestelmää koskevia vaatimuksia voidaan kartoittaa monella tavalla. Tyypillisimpiä vaatimusten keräystapoja ovat erimerkiksi haastattelut, työpajat ja kyselytutkimukset. Tässä diplomityössä vaatimuksia on kerätty havainnoimalla, haastattelemalla, työpajan avulla ja prosessikehityksen keinoin. Vaatimusmäärittely voidaan myös dokumentoida useilla eri tavoilla ja näitä tapoja voidaan myös yhdistellä toisiinsa (Kauppinen ja Ylikangas 2014). Dokumentointi- ja vaatimusten mallinnustapoja ovat mm. kerronnalliset tekstit ja kuvat, käyttöliittymäluonnokset, vaatimuslistat, käyttötapauskuvaukset, käyttäjätarinat, prototyypit ja demot, kuvakäsikirjoitus, videot, palvelun rautalankamallit tai persoonat (Kauppinen ja Ylikangas 2014). Usein toiminnalliset vaatimukset kuvaataan käyttäjätarinoina tai käyttötapauskuvauksina. Myös ei-toiminnalliset vaatimukset voidaan dokumentoida käyttäjätarinoiden muotoon (Cohn 2008).

Diplomityön vaatimusmäärittelyn kuvaustavaksi on valittu käyttäjätarinat, koska ne kuvaavat vaatimukset korkeammalla tasolla, ovat kirjoitettu käyttäjän ymmärtämällä kielellä, ovat suhteellisen lyhyitä ja soveltuvat ketterän kehityksen ideologiaan. Käyttäjätarinat (engl. user story) kuvaavat toiminnallisuuden, joka on arvokas käyttäjälle tai järjestelmän ostajalle tai itse järjestelmälle (Cohn 2004). Käyttäjätarinat kuvataan usein muodossa

*"<Käyttäjärühmä>nä haluan <ominaisuuden>,
että <liiketoiminnallinen arvo>"*

(engl. *"As a <type of user>, I want <capability> so that <business value>"*) vaikka käyttäjätarinat voivatkin olla vapaamuotoisia eikä niiden kuvaamiseen ole standardoitua syntaksia tai esitystapaa (Kauppinen ja Ylikangas 2014). Käyttäjätarina siis kuvaa kuka tekee ja mitä tekee. Lisäksi se voi myös sisältää tiedon miksi kyseinen ominaisuus tai liiketoiminnallinen arvo on tärkeää. Hyvät käyttäjätarinat koostuvat kolmesta asiasta (Cohn 2004):

1. kirjoitetusta tarinamuotoisesta kuvauksesta, joka toimii suunnittelun apuna ja muistuttajana
2. tarinaan liittyvistä keskusteluista, jotka lisäävät yksityiskohtia tarinaan

3. testeistä, jotka dokumentoivat yksityiskohdat ja joita voidaan käyttää hyödyksi tarinan toteutuksen valmiuden arvioinnissa

Näistä erityisesti keskustelu on avain hyvälaatuisiin käyttäjätarinoihin.

Käyttäjätarina on korkeamman tason vaatimus, joka on kirjoitettu kyseisen käyttäjäryhmän näkökulmasta. Tarkemmat ja yksityiskohtaisemmat kuvaukset voidaan kuvata esimerkiksi käyttötapausten, niiden lisämäärittelyiden tai tehtävien avulla kuten kuvassa 8 on havainnollistettu. Korkeamman tason ominaisuus puetaan siis käyttäjätarinan muotoon, jolloin sitä on kyseisen käyttäjäryhmän helpompi kommentoida, ja se saa konkreettisemmän muodon. Käyttäjätarina voidaan sen jälkeen purkaa käyttötapausten tai tehtävien muotoon, jotka konkretisoivat ja tuovat kyseiselle vaatimukselle lisää yksityiskohtia. Lisäksi käyttäjätarina voidaan kytkeä muita lisämäärittelyitä, jotka voivat olla käytännössä mitä tahansa: käyttöliittymämallit tai prototyypit, prosessikaaviot, tietomallit tai tietovuot. (Huotarinen 2013.)



Kuva 8. Ominaisuuksien, käyttäjätarinoiden, käyttötapausten ja lisämäärittelyjen suhteet (Huotarinen 2013)

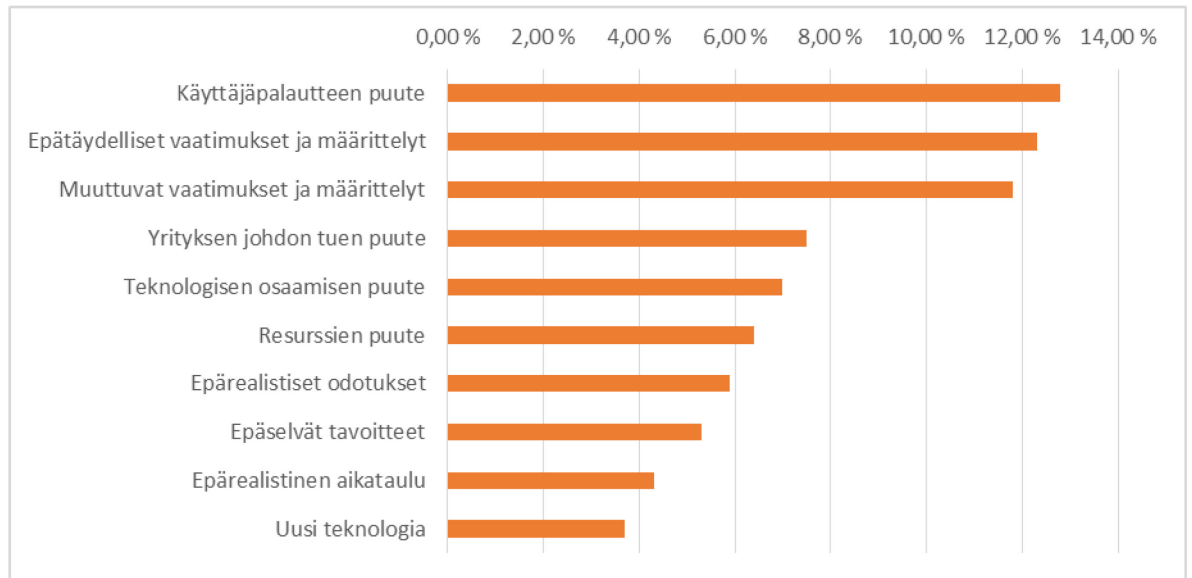
Tässä diplomityössä hyödynnetään vaatimuslistojen ja käyttäjätarinoiden yhdistelmää. Diplomityössä on keskitytty vaatimuslistojen kokoamiseen käyttäjätarinoiden muodossa ja priorisoimaan vaatimukset karkealla tasolla. Lisäksi tehtävien etenemistä ja poikkeuksia on mallinnettu prosessikaaviolla, joka sisältää kattavan tilaus-valmistus-toimitusprosessin kuvauksen. Tarkempi tekninen suunnittelu ja mallintaminen esimerkiksi käyttötapausten tai käyttöliittymäluonnosten muodossa sekä testien luomiset käyttäjätarinoille on rajattu työn ulkopuolelle.

4.4 *Vaatimusten priorisointi*

Vaatimuksia voidaan priorisoida eri tavoilla kuten tärkeyden, rangaistuksen, kustannuksen, ajan ja riskin perusteella. Tyypillinen priorisointitapa on tärkeyden mukaan priorisointi, jossa valitaan järjestelmälle tärkeimpiä vaatimuksia (Aybüke ja Wohlin 2006). Terzakis (2013) esittelee kaksi erilaista vaatimusten priorisointiluokittelua tärkeyden mukaan: olennainen / korkea, haluttava / keskisuuri ja kiva / matala. Tärkeyden mukaan priorisoinnissa on kuitenkin vaaransa, koska se on subjektiivista ja riippuu siis täysin arviointia tekevän henkilön näkökulmasta. Myös kustannus ja käytettävä työaika ovat perinteisiä arviointikeinoja, jossa vaatimukset lajitellaan käytännössä kustannusten näkökulmasta. Muita mahdollisia priorisointitapoja ovat mm. taloudellisen tai strategisen hyödyn, kilpailijoiden, resurssien tai osaamisen näkökulmasta tehty priorisointi. Priorisointia voidaan tehdä yksittäisen tekijän sijaan yhtäaikaaisesti useammalla, jolloin useampi näkökulma voidaan ottaa huomioon. Vaatimusten priorisointi voi olla muullakin tapaa hyödyllistä – kun vaatimuksia katsoo uudesta näkökulmasta, saattaa se paljastaa vaatimuksissa olevia ongelmia kuten moniselitteisyyttä, virheitä tai väärin arvioituja asioita. (Aybüke ja Wohlin 2006.)

4.5 *Vaatimusmäärittelyn tärkeys*

Vaatimusmäärittely on erittäin tärkeässä roolissa tietojärjestelmän projektin onnistumisen kannalta. Kuva 9 esittää tietojärjestelmän kehitysprojekteihin hankaluuksiin johtaneita tekijöitä eli tekijöitä, jotka ovat merkittäväällä tavalla vaikuttaneet projektin onnistumiseen. Kuvasta nähdään, että kolme tärkeintä projektin ongelmiin johtanutta syytä ovat käyttäjäpalautteen puute, epätäydelliset vaatimukset ja määrittelyt ja muuttuvat vaatimukset ja määrittelyt. Ne liittyvät suoraan vaatimusmäärittelyyn ja vaatimusten hallintaan. Lisäksi voidaan todeta, että lähes 50 % ongelmista voitaisiin vaatimusmäärittelyn keinoin vaikuttaa, kun mukaan lasketaan vielä epärealistiset odotukset ja epäselvät tavoitteet. (Standish Group 1995.)



Kuva 9. Tietojärjestelmän kehitysprojektien hankaluuksiin johtaneiden tekijöiden prosentuaalinen osuus (Standish Group 1995)

Vaatimusmäärittelyssä tehdyt virheet tulevat lisäksi hyvin kalliiksi. Huonosti tai virheellisesti tehty vaatimusmäärittely aiheuttaa ongelmia siksi, että työtä joudutaan tekemään uudelleen. Uudelleen tekeminen voi viedä jopa 30–50 % ohjelmistokehityksen kokonaiskustannuksista ja lisäksi vaatimusvirheistä johtuneiden kustannusten osuus uudelleen tekemisen kustannuksista voi olla jopa 70–85 %. (Wiegers 2003.) Cleland-Huang on tutkinut virheiden korjaamisen suhteellista kustannusta kehitysprojektin eri vaiheissa. Vaatimusmäärittelyssä tehdyn virheen korjaamisen suhteellinen kustannus on 1-2. Vastaavan virheen korjaamisen kustannus toteutusvaiheessa on 10 ja ylläpitovaiheessa 200. (Cleland-Huang 2005.) On siis paljon halvempaa korjata virheet jo vaatimusmäärittelyvaiheessa kuin myöhemmin ja myös tästä syystä vaatimusmäärittelyn laatuun on kiinnitettävä erityistä huomiota.

4.6 Vaatimusmäärittelyn laatu

Vaatimusmäärittelyllä on suuri merkitys ohjelmistokehitysprojektin seuraavissa vaiheissa, sillä siinä tehty virheet ja huolimattomuus kostaavat kasvavina kustannuksina ja viivästyksinä. Vaatimusmäärittelyn laatu onkin kriittinen osa-alue tietojärjestelmän laadun näkökulmasta.

”Laadun määritelmä on vaatimusten noudattamista” (Crosby 1979)

Crosby (1979) tarkoittaa vaatimuksilla sekä tuotetta että asiakasvaatimuksia. Crosby'n kirja on nimetty havainnollisesti *”laatu on ilmaista”* tarkoittaen sillä sitä, että virheet maksavat ja laadun saavuttaminen ei sinänsä lisää kustannuksia. Tämä todettiin jo aikaisemmin virheiden korjaamisen suhteellisen kustannuksien tarkastelun yhteydessä. Hyvin dokumentoitujen vaatimusten ominaisuuksia on listattu taulukossa 5.

Taulukko 5. Hyvin dokumentoitujen vaatimusten ominaisuuksia

	Englanniksi:	Lähteet:
Yksiselitteinen: Vaatimukselle on vain yksi tulkintatapa. Yksiselitteisyys on usein riippuvainen vastaanottajan taustasta.	Unambiguous	Terzakis 2013; Cleland-Huang 2005; Wiegers & Beatty 2013
Todennettavissa: Toteutuksesta pystytään todentamaan, että se on vaatimuksen mukainen.	Verifiable	Terzakis 2013; Cleland-Huang 2005; Wiegers & Beatty 2013
Kattava: Riittävällä tasolla dokumentoitu vaatimus, joka ohjaa sen käyttäjien työtä.	Complete	Terzakis 2013; Wiegers & Beatty 2013
Virheetön: Ei sisällä virheitä.	Correct	Terzakis 2013; Cleland-Huang 2005; Wiegers & Beatty 2013
Ytimekäs: Sisältää juuri tarvittavan tiedon niin ytimekkäästi ilmaistuna kuin mahdollista.	Concise	Terzakis 2013; Cleland-Huang 2005

Toteuttamiskelpoinen: Vaatimukselle on vähintään yksi suunnittelu- ja toteutus-tapa.	Feasible	Terzakis 2013; Cleland-Huang 2005; Wiegers & Beatty 2013
Johdonmukainen: Ei ole ristiriidassa muiden vaatimusten kanssa millään tasolla.	Consistent	Terzakis 2013
Jäljitettävissä oleva: Vaatimuksella on uniikki tunniste. Vaatimus on johdettavissa suunnitelmiin, testeihin, malleihin ja muihin artefakteihin sekä toiseen suuntaan.	Traceable	Terzakis 2013
Priorisoitu: Vaatimus on priorisoitu eli se voidaan järjestää tärkeyden mukaan.	Prioritized	Terzakis 2013; Wiegers & Beatty 2013
Tarpeellinen: Vaatimus on tarpeellinen, jos jokin ehdoista täyttyy: A) se luo kilpailuetua, B) se on käyttäjän, asiakkaan tai muun sidosryhmän ilmaisema tarve, C) se mahdollistaa uuden tuotteen erikoistumis- tai käyttötavan, D) se on johdettavissa yrityksen strategiaan, tulevaisuuden etenemissuunnitelmiin tai kestävyystarpeisiin.	Necessary	Terzakis 2013; Wiegers & Beatty 2013

Käyttäjätarinat eroavat jonkin verran perinteisistä vaatimusmäärittelyn keinoista, koska siinä pyritään myös ketteryYTEEN ja siihen, että vaatimuksia tarkennetaan iteratiivisesti myös suunnittelun ohella. Poimala ja Tolvanen (2015) listasivat hyvien käyttäjätarinoiden sisältävän seuraavia yhteisiä piirteitä: riippumattomuus, neuvoteltavuus, arvokkuus, arvioitavuus, pienuus ja testattavuus. Vaatimusten tulisi olla riippumattomia, sillä

vahvasti toisistaan riippuvat tarinat vaikeuttavat priorisointia ja työmäärien arviointia. Käyttäjätarinoiden pitää olla neuvoteltavissa eli tarinoiden pitää joustaa tarvittaessa eivätkä ne saa olla velvoittavia sopimuksia. Käyttäjätarinan pitää lisäksi olla arvokas ja tuoda lisäarvoa käyttäjälle eikä kehittäjälle. Hyvä käyttäjätarina on myös arvioitavissa, koska suunnittelu tehdään niiden pohjalta. Toisaalta käyttäjätarinat pitäisi pilkkoa sopivan pieniksi kokonaisuuksiksi, koska suuret ja monimutkaiset tarinat ovat riskialttiita ja vaikeita arvioida. Ehkä tärkein piirre muihin vaatimuksien dokumentointimenetelmiin verrattuna käyttäjätarinoissa on se, että niitä pitää pystyä testaamaan.

Yksittäisten vaatimuksien laadukkuus ei vielä riitä vaan koko vaatimusmäärittelyssä luodun vaatimusten kokoelman täytyy olla laadukas. Taulukossa 6 on esitetty hyvin dokumentoidun vaatimuskokoelman ominaisuuksia.

Taulukko 6. Hyvin dokumentoidun vaatimuskokoelman ominaisuuksia

	Englanniksi:	Lähteet:
Kattava: Vaatimusten tulisi kollektiivisesti kuvata koko järjestelmän ilman että mitään tietoa puuttuu.	Complete	Cleland-Huang 2005; Wiegers & Beatty 2013
Johdonmukainen: Vaatimusten tulisi olla johdonmukaisia toisiinsa nähden etteivät mahdolliset ristiriidat estä vaatimuksien toteuttamista.	Consistent	Cleland-Huang 2005; Wiegers & Beatty 2013
Realistinen: Vaatimusten tulisi esittää realistiset tavoitteet tuote- ja projektitasolla.	Realistic	Cleland-Huang 2005
Ytimekäs: Vaatimusten tulisi olla ytimekkäitä myös kokonaisuutena – ei valtavaa määrää vaatimuksia.	Concise	Cleland-Huang 2005

Muokattava: Vaatimuskokoelman pitää olla muokattavissa niin, että muutoshistoria säilyy ja jokainen vaatimus on helposti erotettavista muista.	Modifiable	Wiegers & Beatty 2013
Jäljitettävissä oleva: Jokaisen vaatimuksen lähde tulisi olla aina näkyvissä oli se sitten korkean tason järjestelmävaatimus, käyttötapaus tai käyttäjän tarvekuvaus.	Traceable	Wiegers & Beatty 2013

4.7 Vaatimusmäärittelyprosessi

Vaatimusmäärittelyprosessi (engl. requirements engineering process) on prosessi, jossa pyritään tunnistamaan, analysoimaan ja dokumentoimaan toiminnalliset, ei-toiminnalliset vaatimukset ja rajoitteet järjestelmälle. Sommervillen (2010: 36-38, 99-100) esittelemä yleinen vaatimusmäärittelyprosessi sisältää neljä vaihetta: toteuttamiskelpoisuusanalyysi (engl. feasibility study), vaatimusten kartoitus ja analysointi (engl. requirements elicitation and analysis), vaatimusten määrittely (engl. requirements specification) ja vaatimusten validointi (engl. requirements validation).

Toteuttamiskelpoisuusanalyysi on edullinen ja nopea arvio järjestelmän budjetista, toteuttamistavoista ja -kelpoisuudesta, joka toteutetaan ennen kuin varsinainen vaatimusmäärittely aloitetaan. **Vaatimusten kartoitus ja analyysi** -vaihe koostuu järjestelmään liittyvien käyttäjien ja muiden sidosryhmien tunnistamisesta, vaatimusten keräämisestä käyttäjiltä ja muilta sidosryhmiltä, nykyjärjestelmien havainnoinneista, tehtäväanalyyseistä ja näiden analysoinnista. **Vaatimusten määrittely** pitää sisällään edellisessä vaiheessa kootun tiedon vaatimusten tarkemman läpikäynnin ja syventämisen sekä dokumentoinnin. Vaatimukset voivat pitää sisällään abstrakteja kuvauksia, kuten käyttäjätarinoita käyttäjiltä ja asiakkailta, tai järjestelmävaatimuksia, jotka ovat yksityiskohtai-

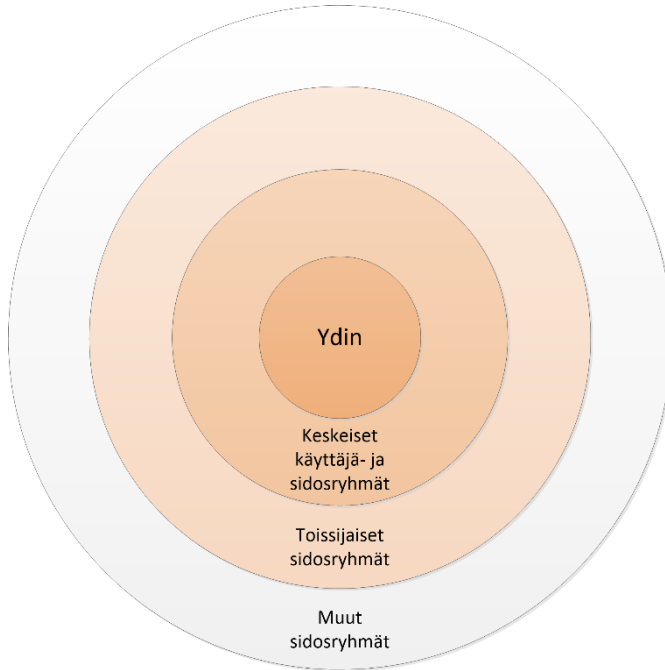
sempia kuvauksia toiminnallisuuksista. **Vaatimusten validoinnissa** tarkastetaan vaatimusten realistisuus, yhteneväisyys ja valmiustaso. Validointivaiheessa havaitaan usein virheitä, jotka korjataan vaatimusmäärittelydokumenttiin.

Vaatimusten kartoitus ja analyysi -vaihe on tämän diplomityön kannalta olennaisin vaihe vaatimusmäärittelyprosessissa. Sommerville (2010: 36-38, 99-100) kuvaa uuden vaatimuksen kartoitus ja analyysi -vaiheen neliportaisena aliprosessina, joka pitää sisällään vaatimusten tunnistamisen (engl. requirement discovery), vaatimusten luokittelun ja organisoinnin (engl. requirement classification and organization), vaatimusten priorisoinnin ja neuvottelun (engl. requirements prioritization and negotiation) sekä vaatimusten määrittelyn (engl. requirement specification). Käytännössä vaiheet eivät kuitenkaan etene lineaarisessa järjestyksessä vaan niitä suoritetaan osin samanaikaisesti.

4.8 Käyttäjärhyhmät ja sidosryhmät

Vaatimusmäärittelyn aluksi on tärkeää tunnistaa projektiin liittyvät käyttäjärhyhmät ja sidosryhmät. Käyttäjärhyhmät ovat vaatimusmäärittelyn kohteena olevan uuden tietojärjestelmän käyttäjiä, jotka tulevat toimimaan erilaisissa rooleissa. Sidosryhmäksi laskeetaan yksityishenkilö, ryhmä tai organisaatio, jotka voivat vaikuttaa uuteen tietojärjestelmään tai johon uusi tietojärjestelmä voi vaikuttaa tai jolla on suora tai epäsuora vaikutus vaatimukseen (Ballejos ja Montagna 2008). Riippuen ryhmän osallistumisen tasosta, voidaan käyttäjä tai sidosryhmää hyödyntää liiketoiminnallisten, käyttäjä- tai järjestelmävaatimuksien sekä rajoitteiden keräämisessä, analysoinnissa ja priorisoinnissa.

Alexander ja Robertson (2004) ovat laatineet sipulimallin sidosryhmien tunnistamiseen ja luokitteluun (kuva 10). Heidän mallinsa sisältää kolme tasoa kehitteillä olevan järjestelmän ympärille. Ytimellä tarkoitetaan kehitteillä olevan järjestelmän laitteistoa ja ohjelmistoa. Keskeiset käyttäjärhyhmät sisältävät ytimen ja ihmiskäyttäjät ja säännöt, jotka rajoittavat sen toimintaa. Toissijaiset käyttäjärhyhmät ovat järjestelmästä hyötyvät ihmiset – mukaan luettuna kaikki keskeiset käyttäjärhyhmät. Muut sidosryhmät sisältävät edellä mainitut sidosryhmät sekä kaikki muut yritykseen liittyvät sidosryhmät.



Kuva 10. Käyttäjä- ja sidosryhmien sipulimalli (mukaillen, Alexander ja Robertson 2004)

4.9 Prosessin mallintaminen ja kehitys

Tässä diplomityössä on tunnistettu tarve kuvata ja kehittää tilaus-valmistus-toimitus-prosessia kokonaisuutena yhdessä vaatimusmäärittelyn kanssa eikä pelkästään tehdä toimintoihin keskittyvää vaatimuslistausta. Tilaus-valmistus-toimitusprosessilla tarkoitetaan kaikkia niitä tehtäviä, jotka vaaditaan tuotteen toimittamiseen asiakkaalle alkaen aina myyntitilauksen tekemisestä. Prosessiin osallistuu useita eri käyttäjäryhmiä aina myynnistä tuotannon työnjohtoon ja varastomiehiin asti.

Tuotannonohjauksen kehitysprojekti nähdään kolmiulotteisena kehitysprojektina, jossa tarkasteltavina osa-alueina ovat liiketoiminta, käyttäjät ja tietojärjestelmä. Prosessi onkin Haikalan ja Mikkosen mukaan (2011: 137) systemaattinen toimintatapa tietyn lopputuloksen saavuttamiseksi, joka koostuu tehtävistä, ihmisistä, työkaluista, järjestelmistä sekä mahdollisesti muista kytkeytyvistä prosesseista. Erityisesti liiketoiminnan ja käyttäjien välinen yhteys saadaan kuvattua liiketoimintaprosesseihin, jossa eri käyttäjäryhmät luovat liiketoiminnallista arvoa suorittaessaan prosesseissa kuvattuja tehtäviä. Prosessikuvaus toimii lisäksi keskusteluvälineenä – rajaesineenä – työpajassa, jossa käy-

dään läpi järjestelmälle asetettavia vaatimuksia erityisesti kommunikaation ja vuorovaikutuksen näkökulmasta. Työpajassa on edustajia yrityksen eri toiminnoista, jotka voivat esittää omat parannusehdotuksensa keskustellen kasvokkain muiden osapuolten kanssa.

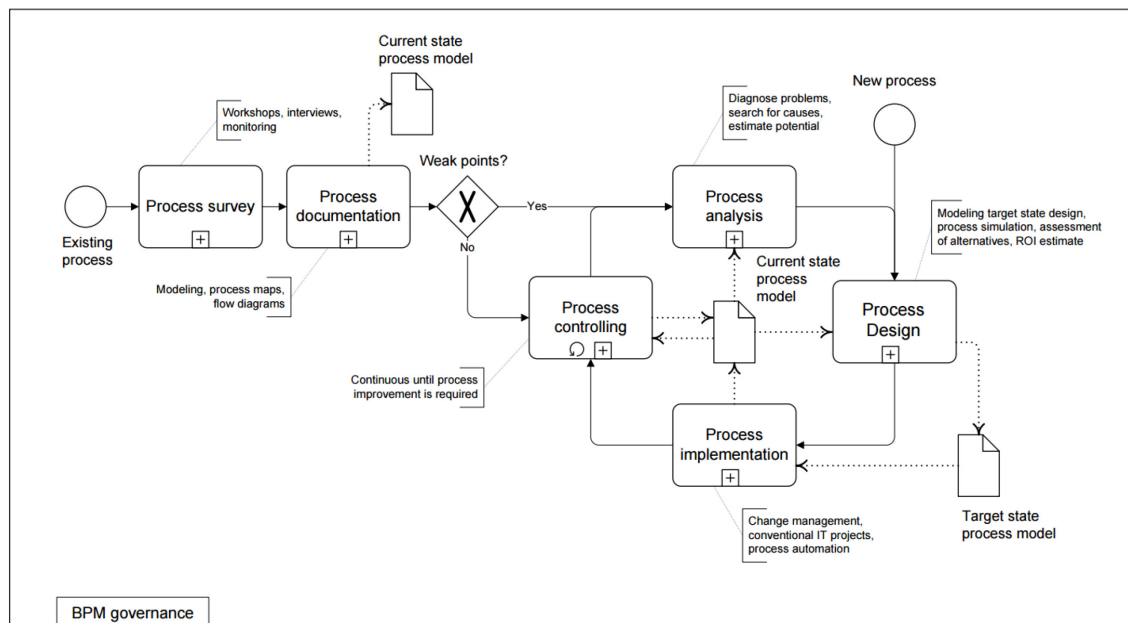
Euroopassa liiketoimintaprosessien hallinnan (engl. Business Process Management eli BPM) kehittämisestä vastaava järjestö EABPM (2015) määrittelee liiketoimintaprosessien hallinnan systemaattiseksi lähestymistavaksi prosessien hankkimiseen, mallintamiseen, toteuttamiseen, dokumentointiin, mittaamiseen, valvontaan ja hallintaan. Liiketoimintaprosessien hallinta korostaa tietoisten, kattavien ja yhä laajenevasti teknologian mahdollistamien alusta-loppuun (engl. end-to-end) ulottuvien prosessien määrittelyä, kehittämisen, innovaation ja ylläpidon. Voidaankin nähdä, että yrityksen kokonais-suoritus paranee, kun liiketoimintaprosesseja optimoidaan jopa yrityksen ulkopuolelle. (EABPM 2015.) EABPM:n määritelmä on toimiva, koska se ei tee eroa automatisoitujen tai automatisoimattomien (mm. manuaalisten) tehtävien välille vaan pitää niitä yhtä tärkeinä ja yhtä suuressa roolissa BPM:n yritykselle tuottamaan hyötyyn (Freund ja Rücker 2012).

”Ymmärrys [automaattisten ja automatisoimattomien tehtävien yhtäläisestä tärkeydestä] on keskeistä BPM:n onnistuneelle käytölle, koska vain harvoin on riittävää kehittää pelkästään organisatorisia toimintatapoja tai tukevaa teknologiaa: kaikkein useimmin meidän täytyy kehittää molempia sekä toimintatapoja että teknologiaa yhteistyössä.” (Freund ja Rücker 2012)

Diplomityössä onkin havaittu tarve toimintatapojen ja tietojärjestelmän yhteiselle kehitykselle. Tietojärjestelmällä pystytään tuottamaan osa hyödyistä muun muassa manuaalisen ja aikaa vievää tekemisen siirtämisellä koneen hoidettavaksi. Vastaavasti yhteisesti sovitulla toimintatavoilla pystytään tuottamaan toisenlaisia hyötyjä, kun esimerkiksi asioiden toistuviin muistutuksiin ei kulu aikaa vaan kaikki osapuolet tietävät miten prosessin pitäisi edetä ja kenen vastuulla se on.

Prosessia voidaan mallintaa useilla eri visualisointitavoilla, joista yksi standardoitu menetelmä on BPMN 2.0 (eli engl. Business Process Model and Notation versio 2.0). BPMN-standardia kehittää Object Management Group (OMG), joka on tunnettu myös UML-mallinnustavastaan (engl. Unified Modelling Language). BPMN 2.0 määrittelee dokumentaatioissa käytettävät symbolit, niiden merkityksen sekä symbolien käytön säännöt. BPMN-mallinnustavalla kuvataan prosesseja, jotka ovat loogisia ja etenevät kronologisessa järjestyksessä. (Freund ja Rücker 2012.)

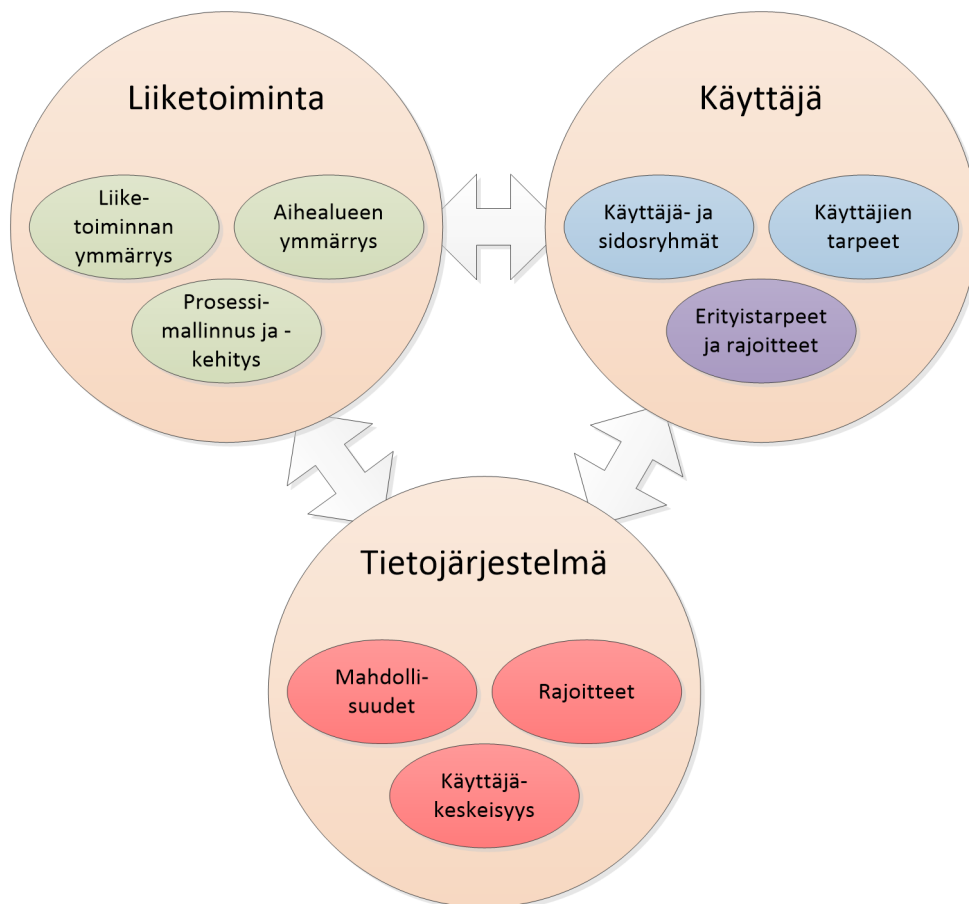
Pelkkä prosessin kuvaaminen BPMN:n keinoin ei ole riittävää vaan toimintatapoja pitää pystyä kehittämään poistamalla ylimääräisiä ja työläitä tehtäviä tai vaiheita. Freund ja Rücker (2012) ovat kehittäneet oman prosessikehitysmallinsa, jonka he ovat nimenneet "the camunda BPM life cycle" (kuva 11). Se on yksinkertainen ja kevyt prosessi, jonka aliprosesseja voidaan itsenäisesti ja muista riippumatta suorittaa. Prosessikehityksen prosessimallin päävaiheet ovat prosessin kartoittaminen (engl. process survey), dokumentointi (engl. process documentation), analysointi (engl. process analysis), suunnittelu (engl. process design), käyttöönotto (engl. process implementation) ja prosessin valvonta sekä parantaminen (engl. process controlling). (Freund ja Rücker 2012.)



Kuva 11. Prosessikehityksen prosessimalli / The camunda BPM life cycle (Freund ja Rücker 2012)

4.10 ReqPros-kehitysmalli vaatimusmäärittelyyn ja prosessikehitykseen

Edellisissä alaluvuissa esitetyt vaatimusmäärittelyyn liittyvät teoriat ja mallit eivät täysin vastaa diplomityön vaatimusmäärittelyiden tarpeisiin. Näitä malleja hyödyntäen diplomityötä varten kehitettiin ReqPros-kehitysmalli, joka toimii viitekehyksenä vaatimusmäärittelyjen sekä prosessikehityksen eri osa-alueille. ReqPros-nimi alkuosa tulee Requirements-sanasta ja loppuosa Processes-sanasta. ReqPros-kehitysmalli yhdistelee teoriasta poimittuja malleja sekä huomioita ja muodostaa niistä muunnellen paremmin nykyaikaisen tietojärjestelmän vaatimusmäärittelyn ja prosessikehityksen sopivan viitekehyksen. ReqPros-kehitysmalli koostuu kolmesta vaatimusmäärittelylle kriittisimmästä ylätason osa-alueesta eli liiketoiminnasta, käyttäjästä ja tietojärjestelmästä (kuva 12).



Kuva 12. ReqPros-kehitysmalli osa-alueineen

ReqPros-kehitysmalli pohjautuu Kauppisen ja Ylikankaan (2014) esittelemään malliin, joka kuvaa havainnollisesti asiakkailta ja käyttäjiltä saatavien tarpeiden muuntumiseksi liiketoiminnallisiksi, käyttäjä- tai teknisiksi vaatimuksiksi, jotka dokumentoidaan toiminnallisiksi vaatimuksiksi tai laatuvaatimuksiksi. Lisäksi hyödynnetään Kauppisen ja Ylikankaan (2014) esittelemiä vaatimusmäärittelyyn liittyviä osa-alueita: liiketoiminnallinen tietämys, asiakas- ja käyttäjätarpeet, aihealueen ymmärrys ja ohjelmistotekniikka.

Liiketoiminnan kokonaisuus kuvassa 12 pitää sisällään liiketoiminnan sekä aihealueen ymmärryksen ja prosessikehityksen. Liiketoiminnan ymmärryksellä tarkoitetaan kohdeyrityksen liiketoiminnan, liiketoimintaympäristön ja olosuhteiden tuntemusta, yrityskulttuurin, tarpeiden sekä organisaation ymmärrystä ja korkeamman tason tavoitteiden tietämystä. Liiketoiminnan ymmärrys helpottaa korkeamman tason tavoitteiden asettamisen sekä tuotevision laatimisessa. Aihealueen ymmärrykseen sisältyy sekä kokemus ja osaaminen vaatimusmäärittelystä, mutta myös sovellettavan ohjelmistotekniikan sekä kehitettävän aihealueen ymmärrystä, joka tässä diplomityössä on tuotannonohjaus. Aihealueen ymmärrys mahdollistaa laadukkaamman vaatimusmäärittelyn tekemisen kuin ilman ymmärrystä, koska tietämystä esimerkiksi käsitteistä ja konsepteista pystytään hyödyntämään määrittelyjä tehtäessä. Kauppisen ja Ylikankaan mallista poiketen liiketoiminnan kokonaisuuteen on sisällytetty prosessimallinnus ja -kehitys, joka erityisesti Freund ja Rücker (2012) pitävät tärkeänä osana tietojärjestelmän kehitystä. Uuden tietojärjestelmän käyttöönotto ei saisi olla pelkästään uuden tietojärjestelmän opettelamista vaan suurimmat hyödyt saavutetaan yhdistelemällä uutta tietojärjestelmää ja toimintatapa- sekä prosessimuutoksia kuten prosessimallintamisen alaluvussa todetaan.

Käyttäjä-kokonaisuuteen sisältyy kuvassa 12 käyttäjä- ja sidosryhmien tunnistaminen, käyttäjien tarpeet sekä erityistarpeet ja rajoitteet. Käyttäjien tarpeiden kattava kartoittaminen vaatii järjestelmään liittyvien käyttäjä- ja sidosryhmien tunnistamisen. Tätä vaihetta ei tässä diplomityössä käytetty kirjallisuus tunnistanut ja siitä syystä se on nostettu yhdeksi tärkeäksi osaksi ReqPros-mallia. Käyttäjäryhmien tunnistamisen jälkeen on käyttäjäryhmien joukosta valittava ja nimettävä sopiva ja tarpeeksi edustava otos käyttäjiä

mukaan vaatimusmäärittelyyn. Valittujen käyttäjien kanssa keskustellaan tarpeet ja ongelmakohdat, jotka dokumentoidaan toiminnallisina ja ei-toiminnallisina vaatimuksina priorisoiden. Pelkät toiminnalliset vaatimukset eivät riitä vaan käyttäjäryhmiin, heidän tehtäviinsä tai esimerkiksi työskentelyolosuhteisiin saattaa liittyä erityistarpeita tai rajoitteita, jotka pitää ottaa huomioon vaatimusmäärittelyssä. Näitä erityistarpeita tai rajoitteita ei välttämättä pystytä tunnistamaan kuin haastatteluiden ja havainnointien avulla. Esimerkiksi tuotantolaitoksessa voi vallita metallipölyinen sekä kipinöivä työympäristö, joka asettaa käyttäjille erityistarpeita (esimerkiksi hansikkaat ja muut suojava-rusteet). Erityistarpeet voidaan luokitella kuuluvaksi niin toiminnallisiin kuin ei-toiminnallisiin vaatimuksiin.

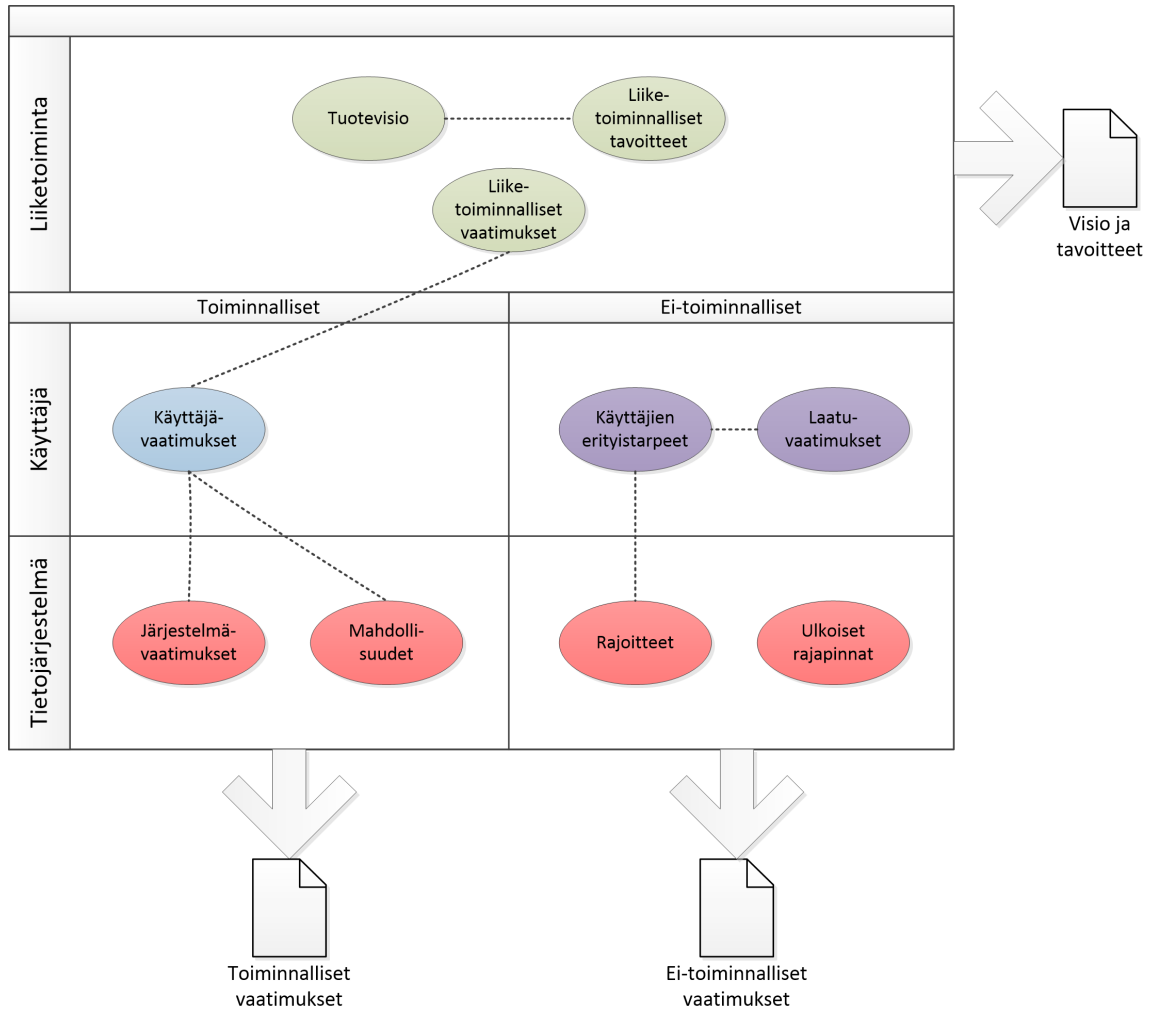
Tietojärjestelmän kokonaisuuden kuvassa 12 muodostavat mahdollisuudet, rajoitteet ja käyttäjäkeskeisyys. Ilman tietojärjestelmän tarjoamien mahdollisuuksien läpikäyntiä ei kaikkea tietojärjestelmän potentiaalia pystytä hyödyntämään, jos näitä mahdollisuuksia ei esitellä käyttäjille ja tarjota osaksi liiketoimintavaatimuksia. Mahdollisuudet on erittäin tärkeä osa vaatimusmäärittelyä, jota teoria ei tunnu huomioivan. Tästä syystä se on otettu osaksi ReqPros-mallia. Käytännössä omaa työtään pitkään tehnyt ja vähemmän tietoteknisesti orientoitunut käyttäjä ei ehkä osaa kuvitella millaisia toiminnallisuuksia tai hänen työtään helpottavia ominaisuuksia tietojärjestelmä voi tarjota. Toisaalta vain omasta näkökulmastaan tarpeita katsova käyttäjä ei välttämättä pysty havaitsemaan kehityskohteita ja mahdollisuuksia, jotka ovat poikkitoiminnollisia eli koskettavat samanaikaisesti useampaa käyttäjäryhmää. Näistä syistä vaatimusmäärittelyyn on erityisen tärkeää sisällyttää tietojärjestelmän tarjoamat mahdollisuudet. Tietojärjestelmä asettaa yhtälailla myös rajoitteita, joiden tunnistaminen jo vaatimusmäärittelyssä helpottaa toteutustyötä. Rajoitteet voivat olla myös ei-toiminnallisia vaatimuksia tai reunaehtoja. Tietojärjestelmän vaatimusmäärittelyssä on aina huomioitava myös käyttäjäkeskeinen suunnittelu. Hyvin tehdyssä vaatimusmäärittelyssä onkin jo alusta asti kiinnitetty huomiota käytettävyyteen, esteettömyyteen, helppokäyttöisyyteen ja nopeaan järjestelmän omaksumiseen.

ReqPros-kehitysmalli koostuu ReqPros-vaatimusmäärittelymallista, ReqPros-käyttäjä- ja sidosryhmien sipulimallista ja ReqPros-prosessikehitysmallista, jotka esitellään seuraavissa alaluvuissa.

4.10.1 ReqPros-vaatimusmäärittelymalli

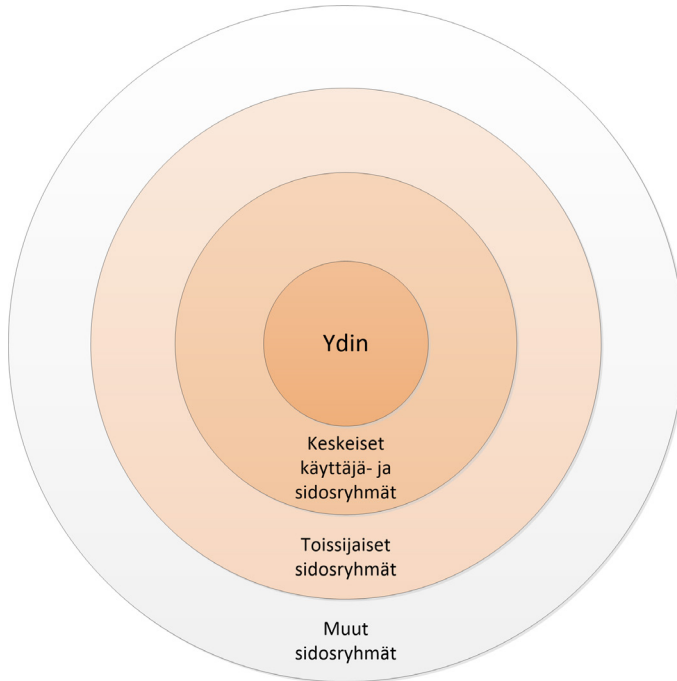
Tätä diplomityötä varten luotiin vaatimusmäärittelylle yksityiskohtaisempi ReqPros-vaatimusmäärittelymalli. Tämä malli pohjautuu Wiegertsin (2003) esittämään vaatimuksien välisien suhteiden malliin (esitely luvussa 4.2), joka muodostaa hyvän pohjan eri vaatimusten lähteille, mutta ei kuvaa tarpeeksi selvällä ja kattavalla tavalla vaatimusten lähteitä ja niistä muodostettavia dokumentteja. ReqPros-vaatimusmäärittelymalli on havainnollistettu kuvaan 13. ReqPros-vaatimusmäärittelymallissa on värikoodattu eri osa-alueet vastaavilla väreillä kuin ReqPros-kehitysmallissa. ReqPros-vaatimusmäärittelymallista selviää myös mitkä osa-alueet kirjataan mihinkin dokumenttiin. Myös osa-alueiden suhteet on kuvattu katkoviivalla. ReqPros-vaatimusmäärittelyssä dokumentoidaan siis kolme erillistä kokonaisuutta: tuotevisio ja tavoitteet, toiminnalliset vaatimukset ja ei-toiminnalliset vaatimukset. Tärkeintä ei kuitenkaan ole jaon noudattaminen vaan kaikkien vaatimusten kirjaaminen ylös.

ReqPros-vaatimusmäärittelymalli on jaettu kolmeen osaan, jotka kuvaavat vaatimuksien lähteitä: liiketoiminta, käyttäjä ja tietojärjestelmä. Liiketoiminta eli käytännössä yrityksen johto asettaa järjestelmälle tuotevision sekä liiketoiminnalliset vaatimukset ja tavoitteet. Ketterästä ohjelmistokehityksestä tuttu tuotevisio määrittelee projektin merkityksen sekä tarkoituksen ja kuvaa halutun lopputuloksen (Schwaber 2004: 68). Tuotevisio näyttää projektille suunnan, ohjaa toteutustiimiä ja asettaa korkeamman tason tavoitteen, jonka kaikkien projektiin osallistuvien sidosryhmien tulisi jakaa (Pichler 209). Myös liiketoiminnalliset vaatimukset ja tavoitteet kirjataan samaan dokumenttiin.



Kuva 13. ReqPros-vaatimusmäärittelymalli

Käyttäjiin liittyvä vaatimusmäärittelyosuus on kaikkein laajin ja yleisimmin tunnettu osuus ohjelmiston vaatimusmäärittelyä. Tunnistetuilta keskeisiltä käyttäjäryhmiltä kerätään käyttäjävaatimukset, erityistarpeet sekä laatuvaatimukset. Käyttäjä- ja sidosryhmien tunnistamiseen hyödynnetään kuvassa 14 esiteltyä ReqPros-käyttäjäryhmien ja sidosryhmien kuvausmalli, joka perustuu mukaillen Alexanderin ja Robertsonin (2004) esittämään malliin. Käyttäjävaatimukset dokumentoidaan toiminnallisina vaatimuksina ja erityistarpeet sekä laatuvaatimukset ei-toiminnallisina vaatimuksina. Jako ei ole kuitenkaan käytännössä näin tiukka vaan esimerkiksi erityistarpeesta saattaa tulla esiin toiminnallisia vaatimuksia. Lisäksi kuvataan mahdolliset laatuvaatimukset.



Kuva 14. ReqPros-käyttäjä- ja sidosryhmien sipulimalli

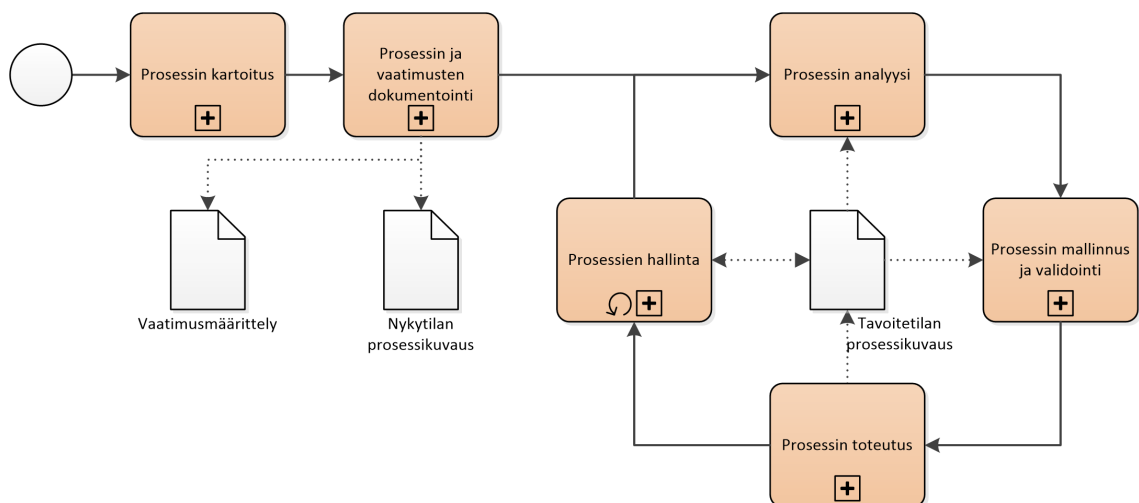
Tietojärjestelmän vaatimusmäärittelyn osuus kuvassa 13 koostuu järjestelmävaatimuksista, mahdollisuuksista, rajoitteista ja ulkoisista rajapinnoista. Valittu tietojärjestelmä on toteutettu tiettyjä teknologioita hyödyntäen, jotka rajoittavat toteutusta tai asettavat muita järjestelmävaatimuksia. Valitusta tietojärjestelmästä pitäisi pystyä myös tunnistamaan ominaisuuksia ja vahvuuksia, joita käyttäjät eivät ole vaatimuksiin ole osanneet toivoa. Mahdollisuudet pitää kuitenkin aina validoida aidoilla käyttäjillä ja priorisoida. Erityisesti toiminnanohjausjärjestelmissä korostuu tarve ulkoisille rajapinnoille ja integraatioille. Yrityksellä on usein erillisiä tietojärjestelmiä, joita on tarve integroida yhteen tietojen yhdisteltävyyden takia. Tunnistetut tietojärjestelmään liittyvät vaatimukset kirjataan joko toiminnallisina tai ei-toiminnallisina vaatimuksina riippuen niiden tyyppistä.

ReqPros-vaatimusmäärittelymallissa on selviä eroja alkuperäiseen Wiegersin (2003) malliin. Hän ei omassa mallissaan erottele tuotevisiota, liiketoiminnallisia vaatimuksia ja tavoitteita vaan hänen mallissaan on pelkkä liiketoimintavaatimukset, joka ei anna yhtä kattavaa kuvaa korkean tason tavoiteasetannasta. Wiegers on käyttäjiin liittyvässä osassa eritellyt liiketoimintasäännöt, jotka ReqPros-vaatimusmäärittelymallissa osana laatuvaatimuksia. Wiegers on myös jättänyt mainitsematta käyttäjien erityistarpeet,

joka on ReqPros-mallin yksi vahvuuksista. Wiegers on nimennyt alimman osan toiminnallisiksi vaatimuksiksi vaikka sillä onkin jo oma sarakkeensa. ReqPros-mallissa alin osa on nimetty tietojärjestelmäksi, joka paremmin kuvaa sen sisältöä. Tietojärjestelmän osaan on lisäksi lisätty mahdollisuudet, joka on yksi tämän diplomityön oivalluksista.

4.10.2 ReqPros-prosessikehitysmalli

ReqPros-prosessikehitysmalli kuvassa 15 perustuu yksinkertaistaen The camunda BPM life cycle -malliin (Freund ja Rücker 2012). ReqPros-prosessikehitysmallissa lähdetään liikkeelle siitä, että ollaan kehittämässä jo olemassa olevaa prosessia ja prosessissa on tunnistettu kehitettäviä osia. ReqPros-prosessikehitysmalli ottaa huomioon camunda-mallista poiketen myös sen, että prosessikehityksen aikana ilmenee tietojärjestelmään tai käyttäjien tehtäviin liittyviä vaatimuksia, jotka dokumentoidaan osaksi ReqPros-vaatimusmäärittelyä.



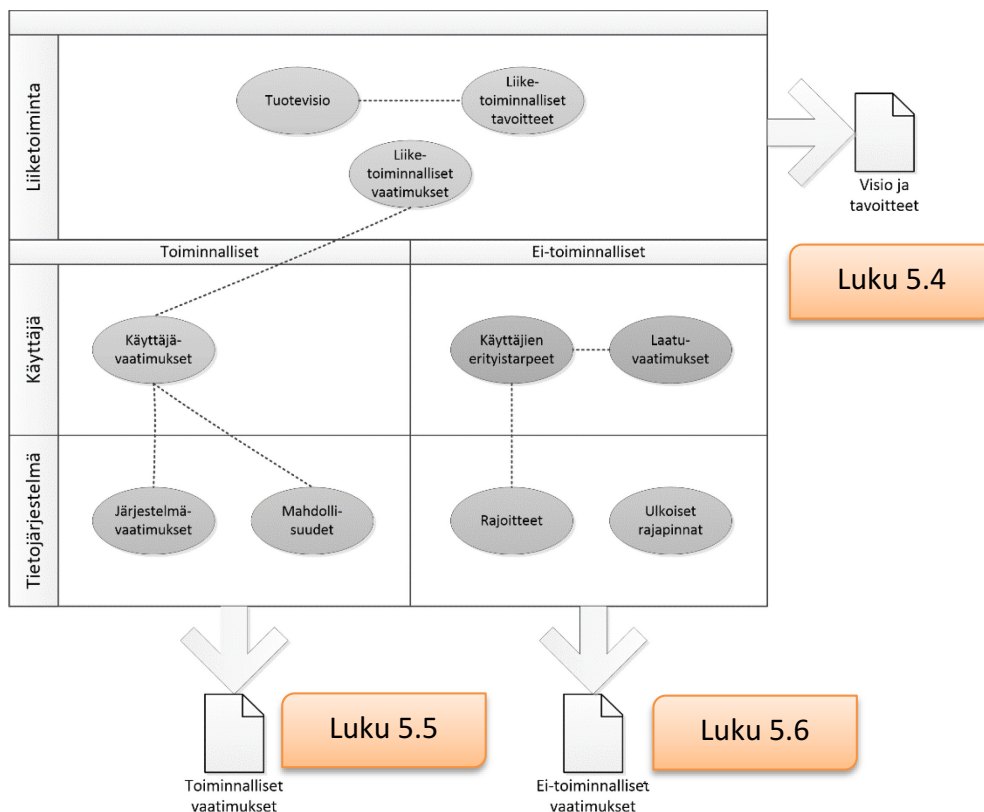
Kuva 15. ReqPros-prosessikehitysmalli

Prosessikehitys lähtee liikkeelle prosessin kartoittamisella sekä prosessikuvauksen dokumentoinnilla. Prosessikuvaus dokumentoidaan nykytilan prosessikuvaukseen, jota hyödynnetään pohjana seuraavissa vaiheissa. Prosessikuvauksen dokumentoinnin ohella dokumentoidaan myös esille tulevia vaatimuksia. Seuraavaksi prosessia analysoidaan ja siitä pyritään löytämään kehitettäviä kohteita. Analysoinnissa arvioidaan tehtä-

vien tarpeellisuutta, työläyttä, vaikutusta laatuun ja asiakaspalveluun. Analyysissa tunnistetut tehtävät merkitään alustavaan tavoitetilan prosessikuvaukseen. Prosessin mallinnuksessa eli uudelleensuunnittelussa muodostetaan varsinainen tavoitetilan prosessikuvaus, joka validoidaan päättävien sidosryhmien avulla. Lopulta tavoitetilan prosessi jalkautetaan toteutuksessa ja prosessi siirretään hallintaan ylläpitoa ja seuranta varten.

5 Tuotannonohjauksen vaatimukset ja prosessit Terästarvikkeella

Tämä luku sisältää diplomityön empiriaosuuden. Ensimmäisessä aluvussa esitellään tutkimusmenetelmät ja avataan niiden valintaan liittyviä seikkoja. Seuraavassa aluvussa kuvataan kohdeyrityksen nykytila ja tuotantolaitoksen vallitsevat olosuhteet. Sen jälkeinen alaluku määrittää toiminnanohjausjärjestelmälle tuotevision sekä korkean tason liiketoimintavaatimukset. Sen jälkeen eritellään rooleittain toiminnalliset vaatimukset sekä esitellään rooliin liittyvät erityispiirteet. Seuraavaksi listataan ei-toiminnalliset vaatimukset sekä tehdään yhteenveto kaikista vaatimuksista. Lopuksi kuvataan kohdeyrityksen tilaus-valmistus-toimitusprosessin nykytila ja muodostetaan tavoitetilan prosessikuvaus.



Kuva 16. ReqPros-vaatimusmäärittelyn dokumentit ja vastaavat alaluvut

Kohdeyrityksen tutkimisessa ja tutkimustulosten jaottelussa on hyödynnetty ReqPros-kehitysmallia. ReqPros-vaatimusmäärittelyssä tuotetut dokumentit ja niitä vastaavat

alaluvut on havainnollistettu kuvassa 16. Lisäksi ReqPros-prosessikehityksen prosessikuvaukset sekä tulokset ovat alaluvussa 5.7.

5.1 Tutkimusmenetelmät

Diplomityön empiiriset tutkimusmenetelmät muodostuivat havainnoinnista sekä esihaastattelusta, eri rooleissa toimivien henkilöiden teemahaastatteluista ja työpajasta. Havainnointi ja esihaastattelu muodostivat alustavan ymmärryksen ongelmakentästä yhdessä teorian kanssa, työntekijöiden teemahaastattelut loivat pohjan prosessimallille sekä -kehitykselle ja paljastivat suurimmat ongelmat sekä kipupisteet. Työpaja piti sisällään prosessikuvauksen läpikäynnin ja osanottajien välisen keskustelun, joka loi laajempaa ymmärrystä yrityksen operatiiviseen toimintaan.

Alustavaa tietoa ja ymmärrystä aihekenttään muodostettiin vierailulla tuotantolaitokseen jo ennen diplomityön aloittamista, missä havainnoitiin työskentelyä aidossa työympäristössä. Havainnoinnin ohella tehtiin kolme vapaamuotoisempaa ryhmähaastattelua tuotannon työnjohdon, toimitusjohtajan ja myynnin teknisen tukihenkilön kanssa. Havainnointi ja esihaastattelut toteutettiin ennen varsinaisen diplomityön aloitusta, mikä kuitenkin muodosti erittäin tärkeän osan ongelmakentän ymmärryksestä, helpotti tutkimuksen rajaamista sekä korosti rooleihin liittyviä erityispiirteitä.

Tilaus-valmistus-toimitusprosessia ryhdyttiin kuvaamaan laatimalla ensin alustava ja hyvin karkea oletus siitä mitkä käyttäjäryhmät ja mitkä ylemmän tason tehtävät prosessiin kuuluivat. Ensimmäinen prosessimalli ei perustunut vielä haastatteluihin tai muihin lähdemateriaaleihin vaan se luotiin puhtaasti oletuksien ja oletettavan tilaus-valmistus-toimitusprosessin perusteella. Kolmannessa haastattelussa saatiin hallituksen puheenjohtajalta laatujärjestelmää varten laaditut neljä osaproessin kuvausta, joita käytettiin hyväksi laadittaessa kattavampaa ja yksityiskohtaisempaa prosessikuvausta. Alustavat prosessikuvaukset tehtiin tarkoituksella paperille, jolloin sitä oli helppo muuttaa ja kehittää. Ihmisten on yleensä helpompi antaa palautetta keskeneräisen näköisestä kuin graafisesti viimeistellyn näköisestä työstä. Haastatteluiden perusteella muodostui nykytilaku-

vaus (engl. current state process model), joka käytiin läpi toimitusjohtajan kanssa. Heikkouksien ja kehitettävien kohteiden tunnistamiseksi prosessi analysoitiin ja siitä muodostetaan prosessisuunnittelussa alustava tavoitetilan prosessikuvaus, joka käytiin läpi työpajassa. Työpajan perusteella muodostettiin varsinainen tavoitetilan prosessikuvaus (engl. target state process model), joka lopuksi hyväksyttiin toimitusjohtajalla ja hallituksen puheenjohtajalla.

Työntekijöiden haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina, joihin valmisteltiin etukäteen kysymyspatteristo keskustelun tueksi. Teemahaastattelut valittiin tutkimusmenetelmäksi, koska siinä hyödynnetään alustavia kysymyksiä sekä voidaan myös tehdä tarkentavien kysymyksiä. Tarkentavat kysymykset mahdollistivat kokonaiskuvan muodostamisen sekä yksityiskohtiin syventymisen. Esimerkiksi kyselyyn verrattuna teemahaastattelu tarjosi myös mahdollisuuden tulkita henkilön ilmeitä ja eleitä. Lisäksi tuotantohenkilöiden osalta haastattelut tehtiin aidossa ympäristössä, joka mahdollisti myös työtapojen havainnointia. Teemat vaihtelivat haastattelun roolista riippuen. Teemat olivat prosessi, vuorovaikutus ja erityistilanteet, laatu ja kriittiset asiat (laadunvalvonta), työkortti ja tuotanto, tuoterakenteet, ostot ja hankinta, töiden priorisointi ja jakaminen, resurssitarve ja poikkeamat sekä ympäristö ja tuotantotila. Kysymyspatteristo valmisteltiin jokaisen henkilön rooli huomioiden. Kysymykset pyrittiin muodostamaan avoimiksi ja keskustelua avaavaksi, että vastaukset eivät olisi olleet johdateltuja tai diplomityöntekijän ajatuksia tukevia. Haastatteluihin valittiin yhteensä seitsemän sopivinta henkilöä yhdessä yrityksen toimitusjohtajan kanssa. Henkilöt edustivat kaikkia tuotannonohjaukseen liittyviä rooleja: johto, myynti, osto, tuotannon työjohto, tuotantohenkilö. Haastattelut järjestettiin niin, että nopeasti pystyttäisiin luomaan yleiskuva tuotannon prosesseista ja haasteista ja sen jälkeen vasta pureuduttaisiin yksittäisten osa-alueiden tarkempiin ongelmiin. Haastateltavat olivat haastattelujärjestyksessä:

1. Myynnin tekninen tukihenkilö: myynti, tuotanto
2. Myyjä A: myynti, johto, entinen toimitusjohtaja
3. Ostaja A: osto, myynti, johto, hallituksen puheenjohtaja
4. Tuotannon työjohtaja: työjohto, tuotanto
5. Tuotantohenkilö A: tuotanto
6. Myyjä B: myynti (terästuotteet), tuotannon työjohtajan tukihenkilö

7. Toimitusjohtaja: johto, myynti

Haastatteluissa keskustelua käytiin läpi kysymyspatteriston kysymysten avulla sekä esittämällä sen hetkinen prosessikuvaus. Prosessikuvausta pyydettiin kommentoimaan ja korjaamaan soveltuvilta osin. Prosessikuvausta sekä kysymyspatteristoa kehitettiin haastatteluiden välillä saadun tiedon perusteella. Toimitusjohtajan haastattelu jätettiin tarkoituksella viimeiseksi, koska häneltä oli saatu tietoa jo esihaastattelussa ja melkein viikoittaisessa vuorovaikutuksessa.

Odoo-toiminnanohjausjärjestelmän havainnoinnin eli demojärjestelmään tutustumisen ja tuotannonohjaukseen liittyvään materiaalin tutustumisen perusteella muodostettiin alustava toiminnallinen vaatimusmäärittely tuotannonohjaukselle. Pelkän järjestelmään tutustumisen perusteella pystyttiin sanomaan esimerkiksi, että tuotantotilaukselle pitää määrittää oletettu valmistumispäivämäärä ja tärkeys, jotka todennäköisesti tulisivat tuotannon työnjohtajan määritettäväksi. Haastattelut nauhoitettiin ja haastatteluiden aikana laadittiin myös karkeat muistiinpanot, joihin korostettiin tärkeimmät huomiot ja kysymykset. Haastattelun jälkeen toiminnallisiin vaatimuksiin tehtiin muutokset, korjaukset ja lisäykset. Haastattelut kuunneltiin lisäksi kertaalleen nauhoituksista muistiinpanoja täydentäen. Vaatimusmäärittelyn rinnalla kehitettiin myös prosessikuvauksia. Toiminnalliset vaatimukset dokumentoitiin käyttäjätarinoina, jotka kirjoitettiin kyseisen käyttäjäryhmän näkökulmasta ja tarinan loppuun lisättiin aina liiketoiminnallinen hyöty (miksi tämä käyttäjätarina on tärkeä käyttäjille). Ei-toiminnallisten vaatimuksien keräämiseen hyödynnettiin haastatteluita, diplomityöntekijän 15 vuoden ohjelmistoprojektien määrittelykokemusta sekä ReqPros-vaatimusmäärittelymallia. Lopuksi kaikki vaatimukset käytiin läpi toimitusjohtajan kanssa priorisoiden, tarkentaen ja karsien pois ylimääräiset.

Haastatteluiden jälkeen järjestettiin yhteinen työpaja, jossa esiteltiin ja otettiin kommentoitavaksi alustava tavoitetilan prosessikuvaus. Työpaja järjestettiin, koska eri rooleissa toimivat henkilöt haluttiin koota yhteen keskustelemaan prosessista sekä esittämään omia näkemyksiään ja tuomaan esiin havaitsemiaan epäkohtia. Työpajan mahdollisti erityisesti vuorovaikutuksen ja keskustelun roolien välillä. Työpajaan valittiin osallis-

tujat eri osa-alueilta mahdollisimman kattavasti tuotannonohjaukseen liittyvistä rooleista. Työpajaan osallistui yhteensä 11 henkilöä sisältäen työpajan fasilitoijat Tuomo Auran (diplomityöntekijä ja pääfasilitaattori) ja Svante Suomisen (diplomityön ohjaaja ja prosessikehityksen asiantuntija) sekä kohdeyrityksen toimitusjohtaja (johto ja myynti), ostaja A (osto, myynti, johto, hallituksen puheenjohtaja), tuotannon työjohtaja, tuotantohenkilö A, tuotantohenkilö B, tuotantohenkilö C, myynnin tekninen tukihenkilö (myynti ja tuotanto), myyjä B (terästuotteiden myynti ja tuotannon työjohtajan tukihenkilö) ja myyjä C.

Työpajan ansiosta eri rooleissa työskentelevät henkilöt pääsivät ensimmäistä kertaa keskustelemaan yhdessä työmenetelmiin ja prosessiin liittyvistä asioista isossa ryhmässä. Työpaja suunniteltiin tarkoituksella niin, että alussa järjestettiin leikkimielinen kilpailu ryhmähengen nostattamiseksi sekä osallistujien rentouttamiseksi. Sen jälkeen aivot pyrittiin tyhjentämään mielessä olevista kehitysideoista kirjoittamalla ne paperille ennen varsinaisen prosessikuvauksen läpikäyntiä. Prosessikuvauksen läpikäynnin aikana kyseltiin eri rooleihin liittyviltä henkilöiltä varmistusta, kommentteja tai lisäyksiä tehtäviin sekä prosessin kulkuun. Prosessikuvauksen läpikäynnin jälkeen henkilöt esittelivät pareittain alkuun kirjaamansa kehitysideat ja ne kiinnitettiin sopivaan kohtaan prosessikuvaukseen. Työpaja oli tuloksellinen ja se herätti keskustelua monesta aiheesta. Kaikki osallistujat pääsivät esittämään omia mielipiteitensä ja ehdotuksiansa.

Määrämuotoisten haastatteluiden sekä työpajan lisäksi on käyty tarkentavia keskusteluja melkein viikkotasoisesti erityisesti toimitusjohtajan ja hallituksen puheenjohtajan kanssa diplomityön tekemisen ajan Terästarvikkeen toimistolla. Heiltä on lisäksi pyydetty palautetta ja kommentteja diplomityön yksityiskohtiin ja epäselvyyksiin. Heille on myös esitelty edistymistä ja käyty keskustelua rajaesineiden kautta. Tässä läheisessä vuorovaikutuksessa on opittu paljon uutta. Tärkeitä seikkoja on saattanut tulla sivulauseissa, jotka ovat päättyneet osaksi diplomityötä, mutta jotka eivät välttämättä olisi tulleet muuten esiin.

5.2 Tuotannonohjauksen ja tuotannon nykytila

Terästarvikkeen tuotanto toimii tällä hetkellä yhdessä vuorossa arkipäivisin. Tuotannonohjauksesta huolehtii tuotantolaitoksen työnjohtaja, joka valvoo ja tekee suunnittelua päivittäin. Tattarisuon tuotantolaitoksessa hänellä on kansio odottavista työkorteista, josta työkortteja otetaan valmistukseen sitä mukaa kun työt valmistuvat. Kiireelliset työtilaukset ohittavat vähemmän kiireiset odottavat tuotannot ja viivästyttävät näitä. Tuotannonohjausta tehdään käytännössä hienosuunnittelun ja valmistuksen ohjauksen tasolla eli korkeintaan viikkoa eteenpäin. Järvenpään toimipistettä tässä diplomityössä ei käsitellä, koska Terästarvike hankki sen diplomityön aikana.

Valmistuksen ohjauksessa ei tällä hetkellä hyödynnetä aidosti tietojärjestelmää. Käytössä on lähinnä Excel-pohjainen työohjelma eli listaus odottavista töistä, mutta vaihtelevien toimintatapojen takia kaikki työkortit eivät päädy työohjelmaan. Tästä syystä työohjelmaan ei voida täysin luottaa. Karkea- ja kokonaissuunnittelua eli kuukautta tai sitä pidemmälle tehtävää suunnittelua ei tehdä käytännössä lainkaan työkalujen puutteesta johtuen.

Tuotannon kustannusten ja tuotteiden yksikkökustannusten tarkka analysointi eli jälkilaskenta on nykyään käytännössä mahdotonta. Terästarvikkeen laaja yli 30 000 tuotenimikkeen tuotevalikoima hankaloittaa tilannetta. Tuotannonohjauksen piiriin näistä on tosin tulossa alkuun vain noin 200–300 tuotenimikettä, joista arviolta 10 % sisältävät hankalia monitasoisia tuoterakenteita. Terästarvikkeella valmistetaan pääosin aikaisemmin tuotettuja tuotteita – noin 80 % tuotannonohjaukseen kuuluvista tuotteista tuotetaan vähintään toista kertaa, joissa myös valmistustapa ja -ohjeet ovat samat kuin ennen. Haverilan et al. (2009: 425-426) mukaan vakiotuotteet ovatkin valmistuksen ohjauksen kannalta helpoimpia. Toisaalta hankalimpia ovat yksittäin valmistettavat räätälöidyt tilaustuotteet, joihin myös valmistettavat prototyypit lukeutuvat. Toimitusjohtajan mukaan onkin sama valmistetaanko ”*yksi tai kymmenen prototyyppiä kerralla, hinta on sama*”.

Tuotantoprosessi käynnistyy tuotannon näkökulmasta siitä, kun tuotantoon saapuu tuotantotilaus eli työkortti. Työkortin pitäisi ensin saapua tuotantolaitoksen työnjohtajan tukihenkilölle eli myyjä B:lle, joka lisää sen työohjelmaan. Työohjelma on käytännössä työjono, jossa ylläpidetään tuotantoa odottavia työkortteja ja johon myös myynnillä on näkyvyys. Tuotannon työnjohtajan mukaan työkortit toimitetaan liian usein suoraan hänelle ja formaatti saattaa paperisen työkortin sijaan olla myös sähköpostitse tai puhelimitse tehty tilaus. Työnjohtaja ottaa työkortit käsittelyyn toimittamatta niitä aina hitauden ja hankaluuden vuoksi työohjelman päivittäjälle (myyjä B:lle), jonka takia myynti ei täysin pysty luottamaan työohjelmaan. Työtilauksia tulee liian monista lähteistä, joissa ei ole keskinäistä näkyvyyttä, jotka kilpailevat keskenään ja jotka eivät aina käytä sovittua työkorttipohjaa. Työnjohtajan esihaastattelun aikana todettiin lisäksi, että työohjelmassa oli sillä hetkellä (15.10.2014) noin 30 tuotantotilausta, jotka käytännössä tarkoittivat karkeasti kuukauden työtä. Aikaisemmin kesällä oli kuitenkin ollut jopa 70 tuotantotilausta työohjelmassa eli merkittävästi pidempi työjono.

Myyjien haastatteluista paljastui, että heillä on tällä hetkellä huono näkyvyys tuotannon tilanteeseen, kiireellisyyteen ja kuormitukseen. Tarjousta tehdessään tai tilausta vastaanottaessaan myyjän on arvioitava tuotteiden toimitusaika, tuotantoon kuluva työmäärä sekä materiaalitarve hinnan määrittystä varten. Myyjät joutuvatkin liian usein arvailemaan tuotantoajan tai merkitsemään vakioajan, joka on 4-5 viikkoa, koska tuotannon työnjohtajalta ei saada kunnollista vastausta toimitusajasta karkeasuunnittelun ja työkalujen puutteen takia. Kiireelliset tilaukset hoidetaan erikseen muun muassa soittelemalla perään, joka aiheuttaa merkittävästi lisätyötä.

Tuotannon työnjohtaja varmistaa työkortin saavuttua materiaalien todellisen saatavuuden fyysisesti, koska varastosaldoissa on usein virheitä. Sen jälkeen käynnistetään tarvittaessa ostotilausprosessi. Tuotannon työnjohtaja ottaa työjonosta seuraavan työkortin ja ojentaa sen liitetiedostoineen (piirrokset) tuotantohenkilölle, joka alkaa yksin tai erikoistapauksessa 1-2 kollegan kanssa työstämään työkorttia. Tuotantohenkilön saadessa hän katsoo läpi työkortin tiedot ja ryhtyy tuottamaan tuotetta. Työkortti (liitteenä 3) sisältää muun muassa asiakkaan, myyjän nimen, tilausnumeron, tuotettavan tuotteen määrineen, tarvittavat materiaalit määrineen (oletusmäärät, mistä mahdollisesti tulossa

ja onko puuttuvaa tuotetta tilattu), tuotteeseen liittyvien piirrosten numerot, toivotun valmistumispäivän, tuotannon vaiheet, vaiheiden oletetun keston tunneissa, tiedon mihin tuote on seuraavaksi menossa ja onko työkortille tehty pinnoituslähetettä. Tuotannon tyypillisiä vaiheita ovat raaka-aineiden nouto, asetus aika, sahaus, koneistus / manuaalisyöstö ja hitsaus. Jos tuote vaatii pintakäsittelyn, lähetetään sen ulkopuoliselle toimittajalle pinnoituslähetteen kera.

Kun tuotantohenkilö saa työkortin tuotteen valmiiksi, merkitään työkorttiin valmistumispäivän lisäksi toteutunut materiaalikulutus, valmistuneiden tuotteiden määrä ja kulunut työaika. Työaika saatetaan kuitenkin pyöristää vaikka se pitäisi ilmoittaa mahdollisimman tarkalla tasolla. Toimitusjohtajan ja hallituksen puheenjohtajan mukaan liian usein työkorttiin laitetaankin suoraan sama määrä työtunteja kuin mitä odotettu aika oli (kuten liitteessä 3). Työkortti toimitetaan takaisin myyjälle, joka laskee kustannukset ja päivittää ne nykyiseen toiminnanohjausjärjestelmään tuotteelle sekä päivittää kulutetun materiaalin ja tuotettujen tuotteiden määrän. Päivityksessä saattaa kuitenkin kestää. Tuotteet toimitetaan tuotteesta riippuen tuotantolaitoksen omaan varastoon, Tapanilan keskusvarastoon tai suoraan asiakkaalle.

Nykyisessä odottavien tuotteiden työjonossa pyritään noudattamaan työkortteihin määriteltäviä valmistumispäivätoiveita. Kiireisillä tilauksilla toimii tuotannon työnjohtajan mukaan ”huutoäänestys”, jossa kovimmin asiaa vaativa myyjä saa kiilattua työjonon kärkeen. Työkortin priorisointi tehdäänkin usein sen mukaan kuinka usein työkortin perään kysellään – mitä useammin, sitä tärkeämmästä ja kiireellisemmästä tuotannosta on kyse. Varastoon tuotettaville tuotteille määritellään valmistumispäivä usein kuukauden päähän, josta tuotannon työnjohtaja voi yrittää päätellä tuotantotilauksen oikeaa tarvetta. Ostaja A:n mukaan kuukauden päähän asetettu varastotuotetilaus harvoin valmistuu kuukauden päästä ja valmistumisessa saattaa kestää jopa puoli vuotta – tosin näillä tuotteilla ei alun perin ole ollutkaan kiire. Asiakkaalle heti toimitettavia ja varastoon tuotettavia tuotteita ei suoraan pysty työkortilta päättelemään.

Sekä tuotannon työntekijät että myyjät pitivät haastatteluissa työkorttia kohtalaisen hyvänä dokumenttina, jota oli myös kehitetty eteenpäin ja se sisälsi tärkeimmät tiedot.

Työpajassa tuli kuitenkin esiin tiedon ongelmia tiedon jakamisessa ja tiedon siiloutumista. Tuotannolle ei esimerkiksi aina ollut selvää mitkä mitat ovat kriittisiä asiakkaalle eli missä valmistettavan tuotteen mitoissa on tiukat virhemarginaalit ja missä ei. Myös tuotannosta olisi hyvä saada tietoa takaisin myyntiin erityisesti erikoistilanteista.

5.3 Tuotantolaitoksen vallitsevat olosuhteet ja rajoitteet

Tattarisuon toimipisteen tuotantolaitteet ja työpisteet koostuvat työstökeskuksesta, alumniin käsittelykeskuksesta, sahoista, kolmesta hitsauspisteestä, muista työstöpisteistä sekä varastoista. Tuotantolaitteet ja työpisteet ovat sijoiteltuina eri puolille tuotantolaitosta. Tuotantolaitos sisältää myös metallivaraston, jossa varastoidaan mm. metallitankoja, -levyjä ja muita useimmin tuotannossa tarvittavia materiaaleja.

Työympäristöltään ja käyttökontekstiltaan Tattarisuon tuotantolaitos on hyvin vaativa. Laitteiden ympäristössä on esimerkiksi sahauksesta irronnutta metallipurua, ilmassa leijaillee metallipölyä ja työstettävät materiaalit jättävät käsiin likaa. Lisäksi esimerkiksi hitsauksesta syntyy kipinöitä, jotka ovat aikaisemmin sytyttäneet paperisen työkortin tulen. Tuotannon työntekijät vaihtavat lisäksi säännöllisesti tuotantopistettä tai -koneetta ja ottavat mukaan sekä työkortin että materiaalit. Työpisteiden vaihtamisesta ja vapaiden käsien puutteesta johtuen esimerkiksi varastonhallintaan kehitetty tablet-järjestelmän tyyppinen ratkaisu ei tuotannossa ole mahdollinen. Käytettävyydellä onkin erityinen merkitys tuotaessa uutta tekniikkaa tähän käyttökontekstiin.

Tuotannon työnjohdon mukaan tällä hetkellä kriittisen pullonkaulan Tattarisuon tuotantolaitoksessa muodostavat hitsaajat (3 henkilöä) ja koneistuskeskus, joiden käyttöaste lähentelee sataa prosenttia. Nämä rajoitteet koskevat ainoastaan Tattarisuon tuotantolaitosta.

5.4 Liiketoiminnan vaatimukset tuotannonohjaukselle

Tässä luvussa määrittelemme uuden tuotannonohjausjärjestelmän tuotevision sekä asetamme korkean tason liiketoiminnalliset vaatimukset ja tavoitteet järjestelmälle.

5.4.1 Tuotannonohjausjärjestelmän tuotevisio

Terästarvikkeen uusi tuotannonohjausjärjestelmä on työkalu myyjille, tuotannon työnjohtolalle ja tuotantohenkilöstölle, joka parantaa vuorovaikutusta ja kommunikaatiota näiden käyttäjäryhmien välillä. Tuotannonohjauksen työkalulla myyjät voivat tehdä tuotantotilauksia, jotka tuotannonsuunnittelija aikatauluttaa, työnjohtaja priorisoi ja antaa tuotantohenkilöstön valmistettavaksi. Tuotantotilaukseen voi liittää tuotetietojen, tuoterakenteen ja materiaalin lisäksi liitetietoja ja liitetiedostoja, jotka helpottavat tuotantohenkilöstön työtä. Tuotannonohjausjärjestelmä vähentää manuaalista työtä, nopeuttaa tiedon siirtoa, parantaa valmistuksen suunnitelmallisuutta sekä läpinäkyvyyttä. Tuotannonohjausjärjestelmä mahdollistaa myös valmistuksen mittaamisen tarkemmalla tasolla sekä jälkilaskennan. Loppuasiakkaiden näkökulmasta tuotannonohjausjärjestelmä parantaa tuotteiden laatua sekä toimitusvarmuutta ja pienentää toimitusaikoja.

5.4.2 Liiketoiminnan vaatimukset ja tavoitteet tuotannonohjaukselle

Kohdeyrityksen toimitusjohtajan ja hallituksen puheenjohtajan haastatteluista sekä viikoittaisesta vuorovaikutuksesta on tunnistettu liiketoimintavaatimukset, jotka on priorisoitu toimitusjohtajan kanssa ensisijaisiin ja toissijaisiin vaatimuksiin. Terästarvikkeelle kehitettävälle tuotannonohjausjärjestelmälle liiketoiminnalliset vaatimukset ja tavoitteet ovat:

Prosessien yhtenäistäminen ja yhteisten toimintatapojen muodostaminen. Toimitusjohtajan mukaan Terästarvikkeella ei tällä hetkellä ole ”yhtä putkea”, joka varmistaisi että asiat tehdään sovitulla yhteisellä tavalla. Esimerkiksi myyjät tekevät omien totuttujen tapojensa mukaisesti työtehtäviään, jotka taas saattavat erota muiden myyjien toimintatavoista. Näistä syistä esim. pinnoituslähetteen saattavat jäädä tekemättä ja niitä pitää jälkikäteen pyytää, joka saattaa aiheuttaa viivästystä tuotannossa sekä ylimääräistä työtä työnjohtajille.

Prosessien tehostaminen manuaalisia tehtäviä ja toimintoja karsimalla. Koska yhteistä toimintamallia ei ole ja koska tähän mennessä on toimittu pääosin paperisilla työkor-

teilla, on prosessiin jäänyt ylimääräisiä - aikaa vieviä - vaihteita, joita eliminoidaan prosessikehityksellä. Prosessikehityksessä mallinnetaan nykytila tehtävien tunnistamiseksi ja kehitetään tavoitetilan prosessikuvaus, jossa ylimääräiset vaiheet on poistettu tai korvattu. Samalla päästään myös turhasta paperin käytöstä.

Läpinäkyvyys myynnin ja tuotannon välillä sekä vuorovaikutuksen tehostaminen. Sekä haastatteluissa että työpajassa kaivattiin läpinäkyvyyttä erityisesti myynnin ja tuotannon väliin. Läpinäkyvyyden puutetta on pyritty ratkaisemaan esimerkiksi työohjelmalla (tulevat tuotantotilaukset), mutta yhtenäisten toimintatapojen puutteen takia työohjelma ajantasaisuus ei ole vaadittavalla tasolla. Lisäksi vuorovaikutusta parantaakseen myyjät usein soittelevat tuotannon työnjohtajalle tuotannon tilannetta tiedustellakseen. Tuotannon tarkemman suunnitelmallisuuden puuttuessa tilannetta on vaikea työnjohtajankaan muodostaa.

Tuotannon suunnitelmallisuuden lisääminen. Työjohtajan on tällä hetkellä vaikea suunnitella tuotantoa eteenpäin, koska käytössä ei ole kunnollisia työvälineitä. Työkortteihin käytettävää työaikaa ei mitata tarpeeksi tarkasti vaan työkortteihin merkitään liian usein oletettu tai suunniteltu työaika, ei tarkka toteutunut työaika. Erityisesti kohdeyrityksen toimitusjohtaja on kaivannut tuotannonohjaukseen sekä uusia yhdessä sovittavia toimintatapoja että uusia työvälineitä. Suunnitteluun kaivataan kalenterinäkömää, joka visualisoi päiville ja viikoille merkityt tuotantotilaukset. Työpajassa esitettiin myös ehdotus seuraavan tai kuluvan viikon tuotannon lukitsemisesta ennakoon, että ”villistä lännestä” ja ”huutoäänestyksestä” tuotantotilausten tuotantojärjestyksessä päästäisiin eroon. Mahdolliset poikkeustilanteet käsiteltäisiin erikseen ja hoidettaisiin tilanteen mukaan esimerkiksi käyttämällä alihankkijoita. Ehdotus sai laajaa kannatusta.

Toimitusajan pienentäminen ja toimitusvarmuuden parantaminen. Nykyään tuotannon tilannetta ei useinkaan tarkasteta kun lähdetään myymään uutta projektia, koska se on hankalaa eikä tuotannosta saa luotettavaa vastausta. Toimitusjohtajan mukaan toimitusajaksi asetetaan usein 4-5 viikkoa, koska ei ole näkyvyyttä tuotantoon. Vakiotoimitusaika saattaa aiheuttaa ongelmia, koska tuotannossa saattaa olla suuria ja kiireellisiä tilauksia, jotka vaikuttavat toimitusaikaan. Yleisesti ottaen *”toimitusaika ja -varmuus*

on heikko” toimitusjohtajan mukaan. Tämä johtuu suurelta osin siitä, että tuotanto ei ole riittävän suunnitelmallista ja ennakoitavaa.

Tuotettavien tuotteiden laadun parantaminen ja reklamaatioiden vähentäminen.

Myyjien haastatteluissa kävi ilmi, että valmistettavat tuotteet ovat liian epätasalaatuisia. Toimitusjohtajankin mukaan reklamaatioita tulee liikaa, koska ei olla tarpeeksi huolellisia niin myynnissä kuin tuotannossakaan. Laatuongelmia joudutaan siis nykyisellään liian usein korjaamaan joko palauttamalla tuotteet tuotantoon tai valmistamaan koko tuoterä uudelleen. Nykyään Terästarvikkeella ei ole kunnollisia työkaluja näiden laatuongelmien ratkaisemiseen. Ongelmien ratkaisemiseksi vaaditaan tehokkaampia tiedonkulkua, koska esimerkiksi tuotannon huomauttama kriittisten mittojen puute pystytään huomioimaan uudella järjestelmällä määrittämällä kriittiset ja ei-kriittiset mitat (osassa mitoissa on tiukka toleranssi ja osassa ei).

Tarkemman tuotantotiedon kerääminen ja hyödyntäminen jälkilaskennassa. Sekä yrityksen johto että myynti ovat korostaneet tuotantotietojen tarkempaa mittaamista, että jälkilaskennan tiedot olisivat mahdollisimman todenmukaiset. Kiinnostavia asioita ovat muun muassa mihin asioihin kuluu aikaa, millainen on tuotteen kannattavuus ja kustannusrakenne (tuotteen liikevaihto verrattuna tuotteen tuottamiseen käytettyyn työaikaan ja materiaaleihin), yrityksen kannattavuus (kuinka paljon saadaan liikevaihtoa verrattuna käytettyyn työaikaan tai tuotannon tölle kirjaamattomiin asioihin) ja resursien käyttöaste. Tarkempi mittaaminen helpottaisi ja tarkentaisi myös kustannuslaskentaa, kun saataisiin työntekijöiden pyöreiden arvioiden sijaan järjestelmän laskemia toteumia.

Materiaalihallinnan tarkkuus ja oikea-aikaisuus. Terästarvikkeen toimitusjohtaja piti tärkeänä, että *”työhön tilattavat materiaalit tulevat oikea-aikaisena”*. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että materiaalien pitäisi saapua juuri oikeaan aikaan materiaalia käyttävän tuotantovaiheen alkaessa. Nykyään materiaalit odottavat liian usein varastossa pitkiä aikoja tai sitten ne myydään tuotantoa odottaessa muuhun tilaukseen ja tuotetta ei olekaan, kun tuotantotarve tulee ajankohtaiseksi (tuotteiden varausmahdol-

lisuus puuttuu). Toimitusjohtajan mukaan oikea-aikaisuus voisi viikkotasoisesti tarkoittaa sitä, että jos tuotanto on suunniteltu tehtäväksi viikolla 44 niin materiaalit saapuvat viikolla 43 - ei aikaisemmin, ei myöhemmin. Oikea-aikainen materiaalihallinta voi jatkossa tarkoittaa myös kumppaneiden tiiviimpää osallistamista prosessiin – heille voitaisiin tarjota tieto tuotannon materiaalitarpeista, jonka mukaisesti he kykenevät toimittamaan materiaalia oma-aloitteisesti. Toimitusjohtajan mukaan myös materiaalien poistuminen oikea-aikaisesti varastosaldoilta on tärkeää esimerkiksi silloin, kun raaka-aine on sahattu aihioiksi.

Automaation hyödyntäminen laajemmin tuotannossa. Tuotannossa on myös tehtäviä ja osa-alueita, joiden automatisoinnilla pystytään tehostamaan toimintaa. Järjestelmästä halutaan mahdollisemman oppiva (historiatiedon hyväksikäyttäminen), että järjestelmä pystyy ohjaamaan käyttäjää parempaan päätöksentekoon. Ihmisälyä järjestelmällä ei pystytä korvaamaan, mutta käyttäjälle työtä pystytään tukemaan entistä laajemmalla ja tarkemmalla tiedolla. Esimerkiksi myyjä ei tällä hetkellä saa ilmoitusta esim. tuotannon alkamisesta, viivästymisestä tai päättymisestä.

Myöhemmin toteutettavia toissijaisia liiketoiminnallisia vaatimuksia ovat:

Kannattavuus- ja kustannuslaskennan raportoinnin kehittäminen. Toimitusjohtajan mukaan heidän on nykyjärjestelmästä hankala saada kannattavuus- ja kustannusraportteja, joista pystyisi helposti varmistamaan tuotteen tai koko yrityksen liiketoiminnan lukuja. Nykyään laskentaa joudutaan tekemään paljon käsin, joka tekee siitä hidasta ja tehotonta. Toimitusjohtaja seuraa liiketoimintaa kuukausitasolla.

Toimittajien tiukempi integroiminen Terästarvikkeen toimintaan ja järjestelmiin. Myöhemmässä vaiheessa Terästarvikkeella on halu integroida tärkeimmät materiaali-toimittajat sekä alihankkijat osaksi tuotannonohjausjärjestelmää. Toimittajat voisivat saada järjestelmän kautta suoraan heille määritellyt tuotannot ja niihin liittyvät dokumentit ja tuotantotiedot. Vastaavasti he pystyisivät kommunikoimaan tilamuutoksista ja mahdollisista huomioista suoraan tuotannonohjausjärjestelmästä.

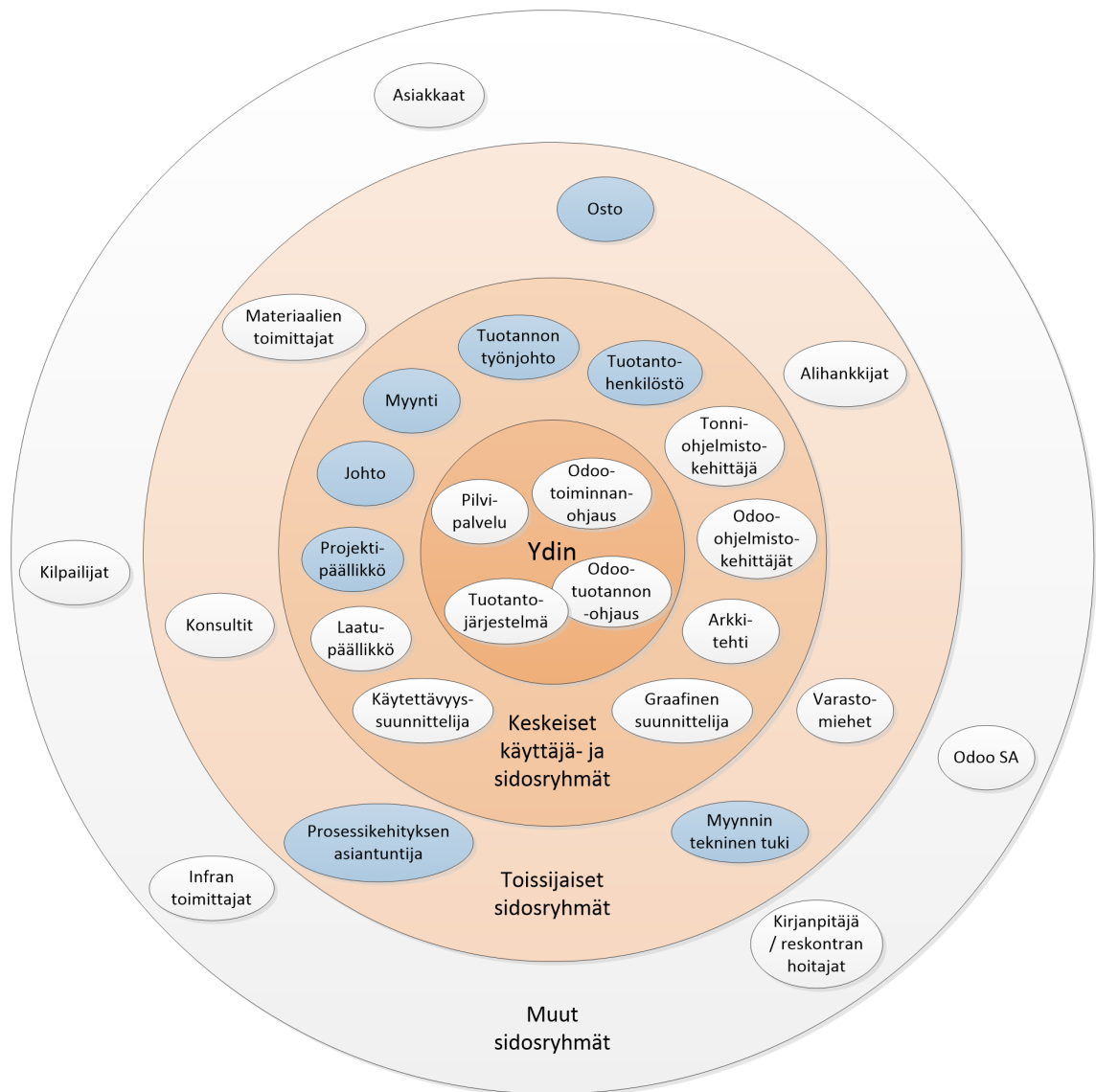
5.5 Henkilöstön toiminnalliset vaatimukset, tarpeet ja erityispiirteet

Tämä luku sisältää tuotannonohjaukseen liittyvien ensisijaisten käyttäjäryhmien määrittelyn sekä käyttäjäryhmittäin jaotellut toiminnalliset vaatimukset sekä käyttäjäryhmään mahdollisesti liittyvät erityispiirteet. Vaatimusmäärittelyn aikana on käyttäjätarinaradokumentaattiin kirjattu lisäksi kysymyksiä, tarkennettavia määriteltäviä asioita, Odoo-toiminnanohjausjärjestelmän toiminnallisuuksiin ja tekniseen toteutukseen liittyviä asioita. Näitä lisätietoja ei julkaista osana diplomityötä.

Vaatimukset on priorisoitu Terzakisin (2013) esittelemän tärkeysasteikon mukaan: 1 = korkea (tärkeä), 2 = keskisuuri ja 3 = matala.

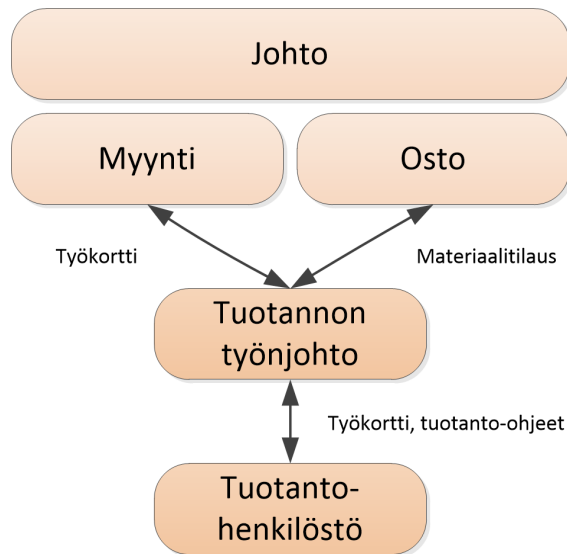
5.5.1 Tuotannonohjauksen käyttäjä- ja sidosryhmät

Tuotannonohjaukseen ja tilaus-valmistus-toimitusprosessiin kytkeytyy laajempi sidosryhmien joukko, joka on ReqPros-käyttäjä- ja sidosryhmien sipulimallissa jaettu neljään osaan: ytimeen, keskeisiin käyttäjäryhmiin, toissijaisiin käyttäjäryhmiin ja muihin sidosryhmiin. Ytimeen kuuluvat pilvipalvelu, Odoo-toiminnanohjaus ja Odoo-tuotannonohjauksen toiminnallisuudet sekä erillisjärjestelmä (tuotantohenkilöstölle todennäköisesti rakennettava oma käyttöliittymä). Keskeisiin käyttäjäryhmiin sisältyvät johto, myynti, tuotannon työnjohto, tuotantohenkilöstö, osto, projektipäällikkö (kehitysprojektin vetäjä), (ohjelmisto)arkkitehti, laatu-päällikkö, Odoo-ohjelmistokehittäjät, Tonni-ohjelmistokehittäjä eli nykyisen toiminnanohjausjärjestelmän toimittaja, käytettävyyssuunnittelija ja graafinen suunnittelija. Toissijaiset käyttäjäryhmät ovat varastomiehet, konsultit, alihankkijat (liittyvät tuotannonohjaukseen merkittävällä tavalla, mutta se osa on rajattu ulos diplomityöstä), prosessikehityksen asiantuntija, myynnin tekninen tuki ja materiaalien toimittajat. Muihin sidosryhmiin sisältyvät kirjanpitäjät sekä reskontran hoitajat, asiakkaat, kilpailijat, Odoo SA (eli Odoo-toiminnanohjausjärjestelmää kehittävä yritys sekä yhteisö) ja infrastruktuurin toimittajat (internet-yhteydet ja palvelimet jne.). Kuvassa 17 on havainnollistettu edellä mainitut käyttäjäryhmät.



Kuva 17. Tuotannonohjaukseen liittyvät käyttäjäryhmät ja sidosryhmät

Kaikkein tärkeimmät käyttäjäryhmät tuotannonohjauksen kannalta ovat myynti, tuotannon työjohto ja tuotantohenkilöstö. Heitä tukevat tarvittaessa yrityksen johto sekä ostotoiminnot. Kuvaan 17 on merkitty sinisellä nämä käyttäjäryhmät, jotka ovat osallistuneet diplomityön haastatteluihin tai työpajaan. Näiden ensisijaisten ja tuotannonohjaukselle tärkeitä käyttäjäryhmiä ja niiden välisiä suhteita on havainnollistettu kuvassa 18. Kuvaan on nuolien avulla havainnollistettu myös vuorovaikutus eri käyttäjäryhmien välillä - myynti tai osto ei esimerkiksi koskaan ole suoraan yhteydessä tuotantohenkilöstöön vaan kaikki kommunikatio kulkee tuotannon työjohtoon kautta.



Kuva 18. Tärkeimmät tuotannonohjauksen käyttäjäryhmät

Diplomityöhön ovat siis osallistuneet kaikki vaatimusmäärittelyvaiheessa olennaiset käyttäjäryhmät. Keskeisistä käyttäjä- ja sidosryhmistä diplomityön tarkastelun ulkopuolelle ovat jääneet ainoastaan toteutusvaiheeseen liittyvät sidosryhmät kuten käytettävyyssuunnittelija ja ohjelmistokehittäjä. Toteutusvaihe ei kuulu diplomityön laajuuteen.

Tuotannonohjaukseen liittyvät käyttäjäryhmät on yllä olevissa kuvissa havainnollistettu Terästarvikkeen näkökulmasta, mutta samat käyttäjäryhmät pätevät myös muihin valmistavan teollisuuden yrityksiin. Ainoat vaadittavat muutokset ovat Odoon korvaaminen käyttöön otettavan järjestelmän nimellä ja Tonnin korvaaminen käytössä olevalla toiminnanohjausjärjestelmällä.

5.5.2 Johdon tarpeet

Kohdeyrityksen johdon määrittelemät korkeamman tason vaatimukset on kiteytetty lukuun 5.4. Taulukkoon 7 listatut toiminnalliset vaatimukset perustuvat toimitusjohtajan ja hallituksen puheenjohtajan haastatteluihin. Toiminnalliset vaatimukset on priorisoitu toimitusjohtajan toimesta.

Taulukko 7. Johdon toiminnalliset vaatimukset

#	Vaatus	Tärkeys
KT1	Johtaja näkee kaikkien valmistettavien tuotteiden jälkilaskelman ja tuotantoraportin, että hän pystyy analysoimaan tuotteiden hintaa ja kannattavuutta	Matala

Näiden vaatimusten lisäksi johto perii myyjien, ostajien sekä työnjohdon käyttöoikeudet eli he pystyvät tekemään samat toimenpiteet ja katselemaan samoja tietoja kuin mainitut käyttäjäryhmät. Johdon toiminnallisia vaatimuksia oli aluksi enemmän, mutta toimitusjohtajan kanssa päädyimme siirtämään oikeuksia muille käyttäjäryhmille kuten myynnille ja työnjohdolle.

5.5.3 Myyntihenkilöstön tarpeet ja erityispiirteet

Myyntin vaatimukset on kartoitettu haastatteleamalla myyntiin osallistuvia henkilöitä (toimitusjohtaja, myyjä A, myyjä B, myyjä C ja ostaja A), työpajassa käytyjen keskustelujen perusteella sekä tekemällä havaintoja Odoo-tuotannonohjausjärjestelmästä. Toiminnalliset vaatimukset taulukossa 8 on alustavasti priorisoitu toimitusjohtajan kanssa. Lopullinen tarkempi määrittely ja priorisointi tehdään myyjien kanssa toteutusprojektissa.

Taulukko 8. Myyntin toiminnalliset vaatimukset

#	Vaatus	Tärkeys
KT2	Myyjä näkee tuotannon lähiviikkojen kiireystilanteen, että hän pystyy paremmin arvioimaan tuotannon tilannetta ja toimitusaikaa asiakkaalle	Tärkeä
KT26	Myyjä saa sähköposti-ilmoitukset omista tuotantotilauksista tilan muuttuessa, että hän on tietoinen tuotantotilauksensa edistyksestä tai viivästyksestä	Tärkeä
KT29	Myyjä voi katsoa tuotantotilauksen jälkilaskentaraaportin: milloin vaihe aloitettu ja milloin lopetettu, materiaalikulut, että hän näkee	Tärkeä

#	Vaatus	Tärkeys
	tuotteen todellisen tuotantoajan ja kustannukset katteen raportointi varten	
KT3	Myyjä pystyy merkitsemään tuotantotilauksen kiireelliseksi, että työjohto osaa priorisoida sen nopeasti tuotantoon	Keski-suuri
KT4	Myyjä pystyy määrittämään tuoterakenteita tuotantoa varten, että tuotantotilaukseen tulevat tarvittavat tuotteet oikein	Keski-suuri
KT6	Myyjä pystyy lisäämään tuotteelle dokumentteja ja tuotekuvia tuotantoa varten, että tuotanto pystyy tuottamaan tuotteen oikein ja virheettömästi	Keski-suuri
KT7	Myyjä pystyy lisäämään tuotteelle muistiinpanoja tuotantoa varten, että tuotanto on tietoinen erityishuomioista	Keski-suuri
KT8	Myyjä pystyy katsomaan tietyn tuotteen arvioidun tuotantoajan, aikaisemmin toteutuneen ajan ja kustannuksen, että hän pystyy arvioimaan paremmin tuotteen katteen	Keski-suuri
KT12	Myyjä pystyy määrittämään tuotteelle 1-n tuotantovaihetta, että tuotanto tietää mitkä vaiheet tuotteen tuottamiseen kuuluvat	Keski-suuri
KT15	Myyjä näkee tuotantotilauksen laskennallisen tuotantoajan ja toteutuneiden tuotantojen tuotantokeskiajan, että hän pystyy paremmin laskemaan tuotteen kustannuksen	Keski-suuri
KT19	Myyjä näkee tuotteen tuotantomateriaalien tarpeet ja tuotteiden varastosaldot, jotka vaikuttavat toimitusaikaan, että hän pystyy arvioimaan toimitusajan	Keski-suuri
KT20	Myyjä näkee edelliset kyseiselle tuotteelle tehdyt aikaisemmat tuotantotilaukset, että hän pystyy paremmin arvioimaan toimitusajan ja kustannukset	Keski-suuri
KT23	Myyjä pystyy katsomaan liitetiedoston nykyisen ja vanhat versiot, että myyjä pystyy tarvittaessa vertailemaan tiedostoja	Keski-suuri
KT25	Myyjä pystyy määrittämään tuotteen varastoon tuotettavaksi (kiireellisyysluokka: ei kiireellinen), että varastoon saadaan tuotettua odottamaan asiakkaan kotiinkutsuttavia tuotteita	Keski-suuri

#	Vaatus	Tärkeys
KT27	Myyjä pystyy määrittämään pinnoituslähetteen tiedot, että tuotanto voi tulostaa pinnoituslähetteen ja lähettää sen tuotteiden mukana	Keski-suuri
KT5	Myyjä pystyy lisäämään tuotteelle lisätietoja, että muut myyjät näkevät tuotteeseen liittyvät yksityiskohdat ja huomiot	Matala
KT13	Myyjä pystyy määrittämään vaiheille riippuvuuksia toisista vaiheista eli peräkkäisiä (odottaa edellistä vaihetta) sekä samanaikaisesti suoritettavia vaiheita, että tuotannossa voidaan ottaa riippuvuudet huomioon ja läpimenoaika saadaan parannettua	Matala
KT14	Myyjä pystyy määrittämään tuotteelle ulkopuolella tehtävän vaiheen tai vaiheita, että tuotanto on tietoinen seuraavasta (ulkopuolisesta) työvaiheesta	Matala
KT16	Myyjä pystyy tulostamaan tuotantotilauksen, että hän voi tarvittaessa arkistoida kappaleen	Matala
KT17	Myyjä pystyy tulostamaan liitetiedostot ja kuvat, että hän voi tarvittaessa arkistoida kappaleen	Matala
KT18	Myyjä voi peruuttaa tuotantotilauksen, jos asiakas on perunut tilauksen tai on tullut muu muutos	Matala
KT22	Myyjä pystyy arkistoiimaan tuotteen vanhan liitetiedoston, että vanhoihin tietoihin päästään palaamaan tarvittaessa	Matala

Myyntihenkilöstö on jakautunut kahteen eri toimipisteisiin: alihankinnan ja ruuvien myynnin hoitaa Tapanilassa seitsemän henkilöä ja terästuotteiden myyntiä kolme henkilöä Tattarisuolla. Myyjillä on omat vakioasiakkaat, joita he palvelevat lukuun ottamatta lomina ja muita poissaoloja.

Nykyään myyjät etsivät valmistettaville tuotteille työkorttipohjan arkistosta, johon he kopioivat tilaukselta tiedot. Sen jälkeen työkortit tulostetaan ja laitetaan tuotantolaitokselle lähtevään postiin. Osassa tapauksista työkortit toimitetaan sähköpostitse tai puhelimitse. Myyjä ei saa valmistettavien tuotteidensa tilasta mitään tietoa muuten kuin soittamalla tai lähettämällä sähköpostia työnjohtajalle. Tuotteiden valmistuttua työkortti

palautuu takaisin myyjälle, jonka jälkeen myyjän on päivitettävä valmistuneet tuotteet, käytetyt materiaalit sekä valmistettujen tuotteiden kustannukset vanhaan toiminnanohjausjärjestelmään ja siirrettävä tilaus laskutukseen. Tämä tietojen päivitys on manuaalinen työvaihe, joka on myös virhealtis ja se on yksi syy miksi tuotteiden varastosaldot eivät ole ajan tasalla.

Myynnin näkökulmasta prosessin tärkein kehitettävä osa-alue on läpinäkyvyys tuotantoon. Myynnillä pitäisi olla käytössään ajantasainen näkymä tuotannon työjonoon ja kuormitukseen, josta he pystyisivät itsenäisesti tekemään karkeaa arviota tuotannon tilanteesta ja mahdollisesta toimitusajasta. Työjonosta myyjät voivat myös katsoa työtilausten järjestyksen sekä kiireellisyysasteen ja tarvittaessa ottaa yhteyttä tuotantoon kiireellisten tuotantotilausten edistämiseksi.

Myös tuotannon tuki myyntitilanteessa nousi esiin haastatteluissa. Tuotannon pitäisi pystyä tukemaan myyjää ja tarjota myyjille tietoa materiaalikulutuksesta, työaika-arviosta sekä mahdollisesta toimituspäivästä. Tuotteen valmistuttua myyjää kiinnostaa erityisesti toteutuneen tuotannon kustannuslaskenta: kuinka paljon aikaa ja materiaalia tuotantoon kului ja millainen oli lopullinen materiaali- ja pinnoituskustannus per tuote.

Myynnissä on usein kiire ja asiakkailta tulee painetta saada tuotteet mahdollisimman nopeasti. Näistä syistä johtuen myyjän toimenpiteet pitää saada mahdollisimman suoriin tavoin ja käyttäjää tukeviksi.

5.5.4 Tuotannonsuunnittelijan tarpeet

Tuotannonsuunnittelija on osin uusi rooli, johon sisältyy tuotannon karkeasuunnittelua ja töiden aikataulutusta. Tuotannonsuunnittelijan roolia on osin hoitanut myyjä B, jonka vastuu tuotannonohjauksesta kasvaa uuden tuotannonohjausjärjestelmän myötä. Tuotannon työnjohdon vaatimukset on kartoitettu haastatteleamalla myyjä B:tä, toimitusjohtajaa, Tattarisuon työnjohtajaa, työpajassa käytyjen keskustelujen perusteella sekä tekemällä havaintoja Odoo-tuotannonohjausjärjestelmästä. Toiminnalliset vaatimukset

taulukossa 9 on alustavasti priorisoitu toimitusjohtajan kanssa. Lopullinen tarkempi määrittely ja priorisointi tehdään työnjohtajien kanssa toteutusprojektissa.

Taulukko 9. Tuotannonsuunnittelijan toiminnalliset vaatimukset

#	Vaatus	Tärkeys
KT34	Tuotannonsuunnittelija voi määrittää missä työkeskuksessa tuotanto tehdään (Tattarisuo, Järvenpää, Lahti) / kuka työjohtaja on vastuussa, että tuotantotilaus päättyy heti oikeaan paikkaan valmistettavaksi	Tärkeä
KT76	Tuotannonsuunnittelija pystyy suunnittelemaan tuotantoa päivä, viikko ja kuukausitasolla, että hän pystyy hallinnoimaan työjonoa tarkalla tasolla ja tekemään suunnitelmaa tulevaisuuteen	Tärkeä
KT77	Tuotannonsuunnittelija näkee tulevat, käynnissä olevat ja tehdyt tuotantotilaukset, että hän pystyy suunnittelemaan ja hallinnoimaan tuotantoa	Tärkeä

Tuotannonsuunnittelija ottaa vastaan myyjiltä tulevat tuotantotilaukset ja ohjaa ne oikealle tuotantolaitokselle. Tuotannonsuunnittelija huolehtii myös karkeasuunnitelmasta eli pidempiaikaisesta tuotannon suunnittelusta. Tuotannonsuunnittelija tekee läheistä yhteistyötä tuotannon työnjohtajien kanssa, jotka tekevät hienosuunnittelua ja valmistuksen ohjausta.

Tuotannonsuunnittelija perii lisäksi tuotannon työnjohtajan käyttöoikeudet eli näkee samat tiedot ja pystyy tekemään samat toimenpiteet.

5.5.5 Tuotannon työnjohtajan tarpeet ja erityispiirteet

Tuotannon työnjohtajat tekevät tuotannon hienosuunnittelua, valmistuksen ohjausta, varmistavat materiaalien saatavuuden sekä jakavat töitä tuotantohenkilöstölle. Tuotannon työnjohtajien vaatimukset on kartoitettu haastattelemalla Tattarisuon työnjohtajaa, työpajassa käytyjen keskustelujen perusteella sekä tekemällä havaintoja Odoo-tuotan-

nonohjausjärjestelmästä. Toiminnalliset vaatimukset taulukossa 10 on alustavasti priorisoitu toimitusjohtajan kanssa. Lopullinen tarkempi määrittely ja priorisointi tehdään työnjohtajien kanssa toteutusprojektissa.

Taulukko 10. Työnjohdon toiminnalliset vaatimukset

#	Vaatus	Tärkeys
KT30	Työnjohtaja voi katsoa tuotantotilauksen jälkilaskentaraaportin: milloin vaihe aloitettu ja milloin lopetettu, materiaalikulut, että hän näkee tuotteen todellisen tuotantoajan ja kustannukset katteen raportointi varten	Tärkeä
KT32	Työnjohtaja näkee tulevat, käynnissä olevat ja tehdyt tuotantotilaukset, että hän pystyy suunnittelemaan ja hallinnoimaan tuotantoa	Tärkeä
KT43	Työnjohtaja pystyy suunnittelemaan tuotantoa päivä, viikko ja kuukausitasolla, että hän pystyy hallinnoimaan työjonoa tarkalla tasolla ja tekemään suunnitelmaa tulevaisuuteen	Tärkeä
KT74	Työnjohtaja pystyy määrittämään tuoterakenteita tuotantoa varten, että tuotantotilaukseen tulevat tarvittavat tuotteet oikein	Tärkeä
KT9	Työnjohtaja pystyvät määrittämään tuotteelle 1-n tuotantovaihetta, että tuotanto tietää mitkä vaiheet tuotteen tuottamiseen kuuluvat	Keskisuuri
KT31	Työnjohtaja voi katsella työaikaaraaportin henkilöittäin sekä näkee miten kehittyi, että hän pystyy paremmin päättelemään tuotannon tehokkuutta ja kannattavuutta	Keskisuuri
KT33	Työnjohtaja näkee materiaaleja odottavat tuotantotilaukset, että hän pystyy tekemään tarvittaessa ostotilauksen puutteellisista tuotteista	Keskisuuri
KT35	Työnjohtaja voi siirtää tuotannon "Pinnoituksessa"-tilaan, että ulkopuolisella toimittajalla olevat tuotteet nähdään eriteltyinä	Keskisuuri

#	Vaatus	Tärkeys
KT36	Työnjohtaja näkee tuotantotilauksen laskennallisen tuotantoajan ja toteutuneiden tuotantojen keskiarvon, että hän pystyy paremmin suunnittelemaan tuotannon aikatauluja	Keski-suuri
KT37	Työnjohtaja näkee kiireelliset tuotantotilaukset, että hän voi priorisoida kiireelliset tilaukset sopiviin väleihin	Keski-suuri
KT38	Työnjohtaja pystyy muuttamaan tuotantotilaukset kiireellisyysasetta, että hän pystyy priorisoimaan tuotantotilaukset oikein ja hallinnoimaan tilanteen muuttuessa	Keski-suuri
KT39	Työnjohtaja pystyy vastuuttamaan tietyn henkilön tai henkilöt tietylle tuotantotilaukselle, että yksittäinen tuotantohenkilö voi ottaa työn tuotantoon ja että tuntikirjaukset kohdistuvat oikein	Keski-suuri
KT40	Työnjohtaja pystyy määrittämään tuotteelle laskennallisen tuotantoajan, että kustannuslaskenta voidaan perustaa edes alustavaan tietoon ennen kuin saadaan toteumia	Keski-suuri
KT41	Työnjohtaja voi määrittää missä työkeskuksessa tuotanto tehdään (Tattarisuo, Järvenpää, Lahti), että hän voi tarvittaessa siirtää tuotannon toiseen tuotantolaitokseen tilanteen vaatiessa	Keski-suuri
KT42	Työnjohtaja voi peruuttaa tuotantotilauksen, että tuotantoon ei päädy peruutettuja tilauksia	Keski-suuri
KT44	Työnjohtaja voi määrittää työvaiheelle koneen ja henkilöresurssin, että voidaan seurata kapasiteettien kuormitusta ja työaikoja	Keski-suuri
KT10	Työnjohtaja pystyy määrittämään vaiheille riippuvuuksia toisista vaiheista eli peräkkäisiä (odottaa edellistä vaihetta) sekä samanaikaisesti suoritettavia vaiheita, että tuotannossa voidaan tehdä suunnittelua tarkemmin, ottaa riippuvuudet huomioon ja läpimeinoaikaa saadaan parannettua	Matala
KT11	Työnjohtaja pystyy määrittämään tuotteelle ulkopuolella tehtävän vaiheen tai vaiheita, että tuotanto on tietoinen seuraavasta (ulkopuolisesta) työvaiheesta	Matala

#	Vaatus	Tärkeys
KT45	Työnjohtaja voi tehdä konekohtaisen kuormituksen ja kapasiteetin seuranta: vaiheittain, pääkuormitusryhmät, läpimenoajat, että kriittiset osa-alueet ja kapasiteetit voidaan tunnistaa ja niitä voidaan seurata	Matala
KT46	Työnjohtaja voi seurata koneen käyttöastetta, että voidaan arvioida resurssin kapasiteettikäyttöä ja mahdollista pullonkaulaa	Matala

Tuotantoa Tattarisuolla johtaa tällä hetkellä yksi työnjohtaja, jonka vastuullaan on koko tuotantolaitoksen koordinointi. Hänen roolinsa on hyvin vaativa, sillä hän kommunikoi sekä myynnin, johdon että tuotantohenkilöstön kanssa ja hallitsee valmistusta aina aikataulutuksesta, resursointiin ja materiaalihankintoihin asti. Tuotannon työnjohtaja kiertelee tuotantolaitoksessa ja valvoo tuotantoa ja mahdollisia poikkeamia. Hän myös takaa tuotannon työrauhan hoitamalla kommunikoinnin myynnin kanssa ja vähentämällä painetta tuotantohenkilöiltä. Myyjien pyynnöstä työnjohtaja osallistuu myös uusien tuotteiden valmistusarviontiin, jossa suunnitellaan ja arvioidaan prototyyppisiä ja niihin kuluva materiaalmäärä sekä työaika. Näistä seikoista johtuen työnjohtaja on keskeinen henkilö tuotannossa.

Suurin osa tuotantotilauksista eli työkorkeista saapuu tuotantolaitokseen paperisena sisäisen postin toimittamana. Tuotantotilauksia tehdään työnjohtajan mukaan myös sähköpostitse sekä puhelimitse, jotka eivät välttämättä noudata sovittua formaattia. Tuotannon työnjohtaja toimii työohjelman ja materiaalihankintojen osalta tiiviissä yhteistyössä samassa tuotantolaitoksessa toimivan myyjä B:n eli terästuotteiden myyjän kanssa. Työnjohtaja viestii materiaali puutteet myyjä B:lle, joka hoitaa ostotilaukset eteenpäin.

Tattarisuolla tuotannon työnjohtaja on tällä hetkellä ainoa henkilö, jolla on tiedossa tuotannossa käytettävien materiaalien sijainti eikä tätä tietoa ole varastohallintajärjestelmässäkään. Ongelmana ovat myös tuotteiden varastosaldon epäluotettavuus. Tuot-

teiden saatavuus pitää aina tarkastaa varastosta käsin, koska tuotteita ei pysty varaan tuotannolle ja koska tuotemäärien päivitys on manuaalinen prosessi ja se aiheuttaa viivettä.

Tattarisuon lisäksi Terästarvikkeella on kaksi muuta tuotantolaitosta, joilla on omat työnjohtajansa. Lahden tuotantolaitoksessa ei ole laajasti laitteistoa vaan siellä tehdään lähinnä yksinkertaista kokoonpanoa. Järvenpään tuotantolaitos vastaa pitkälti Tattarisuota. Muiden tuotantolaitosten tarkempi tarkastelu jää toteutusprojektille.

5.5.6 Tuotantohenkilöstön tarpeet ja erityispiirteet

Tuotantohenkilöstö saa työnjohtajalta valmistettavan tuotteen työkortin ja valmistaa sen annettujen ohjeiden mukaisesti. Tuotantohenkilöstön vaatimukset on kartoitettu haastattelemalla tuotantohenkilö A:ta. Lisäksi vaatimuksia kerättiin tuotantohenkilö B:ltä ja C:ltä työpajassa sekä tekemällä havaintoja Odoo-tuotannonohjausjärjestelmästä. Toiminnalliset vaatimukset taulukossa 11 on alustavasti priorisoitu toimitusjohtajan kanssa. Lopullinen tarkempi määrittely ja priorisointi tehdään tuotantohenkilöstön kanssa toteutusprojektissa.

Taulukko 11. Tuotannon toiminnalliset vaatimukset

#	Vaatus	Tärkeys
KT52	Tuotantotyöntekijä voi käynnistää, keskeyttää ja lopettaa tietyn tuotantotilauksen ajan mittauksen, että tuotantoon kuluva aika saadaan tarkemmin määriteltä raportteihin. Käyttäjä näkee käytetyn ajan.	Tärkeä
KT54	Tuotantotyöntekijä voi tuotannon aikana "kuluttaa" materiaaleja eli käyttää raaka-aineita tuotannossa, että varastosaldot pitävät tuotannon aikanakin paremmin paikkansa	Tärkeä
KT55	Tuotantotyöntekijä merkitsee tuotannon lopuksi kuinka monta tuotetta tuli tuotettua, että myyjä saa tiedon tuotettujen tuotteiden määrästä ja varastosaldo päivitetään oikein	Tärkeä

#	Vaatus	Tärkeys
KT57	Tuotantotyöntekijä voi tulostaa pinnoituslähetteen paperille, että pinnoituslähete voidaan liittää lähetyksen mukaan	Tärkeä
KT47	Tuotantotyöntekijä näkee tulevat, käynnissä olevat ja valmiit tuotantotilaukset, että tuotantohenkilö pystyy katsomaan tuotannon tilannetta ja aikaisempia tuotantotilauksia	Keski-suuri
KT48	Tuotantotyöntekijä voi katsella tuotantotilauksen tietoja, että hän pystyy valmistamaan tuotteet oikein ja oikeaan aikaan	Keski-suuri
KT49	Tuotantotyöntekijä voi katsella tuotantotilauksen dokumentteja, että hän pystyy valmistamaan tuotteet vaatimusten mukaisiksi	Keski-suuri
KT51	Tuotantotyöntekijä voi muokata tuotteen muistiinpanoja/kommentteja, että myyjä pystyy käymään keskustelua ja kysymään kysymyksiä myynniltä	Keski-suuri
KT58	Tuotantotyöntekijä voi lisätä tuotteelle kuvia ja liitetiedostoja, että samaa tuotetta myöhemmin valmistettaessa hyvät käytännöt ja huomiot säilyisivät tuotteella	Keski-suuri
KT61	Tuotantotyöntekijä pystyy lukemaan yleisempää yrityksen ohjeistusta kuten henkilöstöohjeita, laitteiden käyttöopastusta tai laatuohjeita, että laatu ja toimintatavat paranisivat	Keski-suuri
KT75	Tuotantohenkilö voi ottaa helposti kuvan valmiista tuotteesta, välivaiheesta, jigistä tai muusta tärkeästä asiasta ja liittää sen tuotantotilaukseen tulevia valmistuskertoja varten, että tiedot ovat helposti saatavilla seuraavalla kerralla	Keski-suuri
KT50	Tuotantotyöntekijä voi katsella tuotteen perustietoja, muistiinpanoja ja dokumentteja, että hän pystyy valmistamaan tuotteen tehokkaammin ja oikein yksityiskohdin	Matala
KT53	Tuotantotyöntekijä voi käynnistää, keskeyttää ja lopettaa tietyn tuotannon _vaiheen_ tietyssä tuotantotilauksessa, että vaiheisiin kuluvaa aikaa voidaan mitata tarkemmin. Käyttäjä näkee vaiheisiin käytetyn ajan.	Matala

#	Vaatus	Tärkeys
KT56	Tuotantotyöntekijä voi tulostaa tuotantotilauksen ja liitetiedostot paperille, että hän pystyy ottamaan itsenäisesti tuotantotilauksia valmistukseen ja hoitaa tulostuksen itse	Matala
KT59	Tuotantotyöntekijä pystyy skaalaamaan kuvia ruudulla, että piirroksien yksityiskohtia pystyy katselemaan tarkemmalla tasolla	Matala
KT60	Tuotantotyöntekijä pitää pystyä syöttämään tekstimuotoisia kommentteja tuotteen valmistuksesta (kyseinen tuotantokerta, tulevat tuotantokerrat), että valmistus tulevaisuudessa menisi helpommin ja nopeammin ja että parhaat käytännöt tulisi kirjattua ylös	Matala
KT62	Tuotantotyöntekijä pystyy merkitsemään tuotantotilauksen poikkeustilaan, jos jokin merkittävä poikkeus tapahtuu, että työnjohdossa ja myynnissä tiedetään eteen tullut mahdollinen viivästys	Matala
KT63	Tuotantotyöntekijä näkee mihin suurempaan kokonaisuuteen tuote kuuluu, että työn tekeminen on hänelle merkityksellisempää	Matala

Tuotantohenkilöstö muodostuu hyvin erilaisista henkilöistä niin nuorista vanhempiin työntekijöihin, jotka ovat olleet jopa kymmeniä vuosia tuotantotyössä. Tuotantohenkilöstön tietotekniset valmiudet ovat vaihtelevat: osalla on älypuhelimet ja käyttävät niitä sujuvasti, osalle taas tietotekniikka on vieraampaa. Työssä he saattavat käyttää työstökeskuksen ohjelmointitoiminnallisuuksia, muokata tai tulostaa 3D-malleja suoraan ohjelmasta tai vastavuoroisesti olla kokonaan käyttämättä tietokoneohjelmia ja keskittyä pelkkään metallintyöstöön. Näistä syistä erityisesti tuotantohenkilöstölle tehtävä mahdollinen erillisjärjestelmä pitää olla käytettävyydeltään erittäin hyvä ja käyttäjätestattu. Lisähaasteen asettaa käyttökonteksti eli tuotantolaitoksen vallitsevat olosuhteet, jossa on metallipölyä, työntekijät käyttävät hansikkaita ja jossa työpisteitä joudutaan vaihtamaan kesken päivän seuraavan valmistusvaiheen tai tuotantolaitteen takia.

Vuorovaikutus tuotannon ja myynnin välillä on toteutettu niin, että myynti ei koskaan ole suoraan yhteydessä tuotantohenkilöstöön vaan kaikki kommunikaatio kulkee tuo-

tannon työnjohdon kautta. Tämä nopeuttaa ja selkeyttää tuotantohenkilöstön tekemistä, koska kaikki tuotantoa koskevat tiedustelut tulevat yhdelle henkilölle eivätkä kuormita varsinaisia tekijöitä. Tämä toisaalta myös mahdollistaa ”riikinäinen puhelin”-ilmiön, jossa tarvittava tieto muuttuu vuorovaikutuksessa ja osa asioista saattaa unohtua. Työpajassa nousi esiin tuotantohenkilöstön toimesta, että he haluaisivat saada palautetta suoraan myyjältä – oli kyse huonosta tai hyvästä palautteesta. Samoin liitetiedostojen ja lisätietojen pyytäminen suoraan myyjältä tehostaisi prosessia.

Tuotantohenkilöstön haastattelussa ja työpajassa ei tullut ilmi, että heille olisi hyödyllistä lisätä työvaiheisiin huomioita, että tehtyjä virheitä ei toistettaisi. Tämä toive kuitenkin ilmeni sekä toimitusjohtajan että myyjien puheessa. Lisäksi tuotannon työntekijät olivat toimitusjohtajan mukaan pyytäneet mahdollisuutta kuvien ottamiseen tuotteista ja malleista, mutta ilmeisesti nykyratkaisun hankaluus (pitää pyytää kuvaukseen tarkoitettu älypuhelin) on estänyt toimintatavan yleistymisen.

Työpajassa tuli ilmi, että tuotantohenkilöstö ei aina ollut selvillä mihin kokonaisuuteen tuotettava tuote kuuluu ja mihin se seuraavaksi on menossa. Tuotannon työn merkityksellisyyttä voitaisiin jatkossa näiltä osin parantaa. Nykyään tuotanto ei suoraan tai ainakaan helposti näe millaiseen isompaan kokonaisuuteen kyseinen tuotannon tuote tai vaihe liittyy. Myös haastatteluista ja työpajasta tuli esiin, että tuotannon pitää usein pyytää erikseen pinnoituslähete, joka kertoo myös tuotteen seuraavan kohteen. Läpinäkyvyyden puute vaikeuttaa tuotannon tekemistä, mutta myös vähentää tuotantotekijän motivaatiota ja työn merkityksellisyyttä. Yksittäisen osan tuottaminen olisi merkityksellisempää, jos tietäisi sen tulevan esimerkiksi traktorin etuakseliin. Merkityksellisyyttä pystytään kasvattamaan erityisesti tietojen jakamisella myynnistä tuotantoon. Tarinallinen esimerkki tästä on se, kun kuninkaan palatsiin kiviä louhiva työmies tunsu työnsä merkitykselliseksi, koska hän pääsi osallistumaan suureen ja hienoon hankkeeseen tietäessään kiven määränpään, verrattuna työmieheen, joka päivästä toiseen louhi kiviä tietämättä mihin kivet päätyvät. Isomman kuvan luominen ja oman panoksensa näkeminen tässä ketjussa auttaa työmiestä tuntemaan tekemisensä tärkeämmäksi, joka motivoi tekemään työnsä mahdollisimman hyvin ja laadukkaasti. Terästarvikkeen tapauksessa merkityksellisyyttä voidaan lisätä esimerkiksi esittelemällä tarkemmin tuotettava

tuote korkeammalla tasolla – mihin kokonaisuuteen se kuuluu ja miksi sen valmistaminen hyvin on tärkeää. Lisäksi tuotannon tilan kuvaaminen helpottaa edellisten ja seuraavien vaiheiden hahmottamista – esimerkiksi mistä raaka-aineet ovat tulossa ja mikä niiden tila on sekä mihin tuote on seuraavaksi menossa (esim. pintakäsittely).

5.5.7 Ostohenkilöstön tarpeet ja erityispiirteet

Oston vaatimukset on kartoitettu haastattelemalla ostaja A:ta, myyjä C:tä, toimitusjohtajaa ja tuotannon työnjohtaja. Lisäksi vaatimuksia kerättiin työpajassa sekä tekemällä havaintoja Odoo-tuotannonohjausjärjestelmästä. Toiminnalliset vaatimukset taulukossa 12 on alustavasti priorisoitu toimitusjohtajan kanssa ja hyväksytty hallituksen puheenjohtajalla, joka vastaa osin hankinnoista. Lopullinen tarkempi määrittely ja priorisointi tehdään ostohenkilöstön kanssa toteutusprojektissa.

Taulukko 12. Oston toiminnalliset vaatimukset

#	Vaatus	Tärkeys
KT64	Ostaja näkee tuotannossa olevien ja odottavien tuotantotilausten materiaalitarpeet, että hän pystyy hallinnoimaan mahdollisia lisätilaustarpeita	Tärkeä
KT66	Ostaja saa hälytyksen tuotteiden puuttuvista materiaalitarpeista, että hän voi tehdä lisätilauksen	Tärkeä
KT65	Ostaja näkee kiireellisten tuotteiden materiaalitarpeet, että hän voi tehdä kiireelliset tilaukset tavarantoimittajille	Keskisuuri
KT67	Järjestelmä luo automaattisen ostotilauksen loppumaisillaan olevasta tuotteesta, jonka ostaja hyväksyy ja lähettää, että ostajan on nopeaa tehdä lisätilaus tavarantoimittajalta	Keskisuuri
KT69	Ostaja pystyy lähettämään tarjouspyynnön toimittajalle, että hän pystyy helposti kilpailuttamaan tai varmistamaan tuotteiden nykyhetken hinnan	Keskisuuri
KT70	Ostaja pystyy lähettämään tilauksen toimittajalle, että hän pystyy helposti tilaamaan puuttuvia tuotteita lisää	Keskisuuri

#	Vaatus	Tärkeys
KT71	Ostaja voi käynnistää ostoehtotusten ajan, joka vertaa varastosaldoa viimeisen 12 kk menekkiin ja muodostaa käsittelysääntöjen mukaisesti ostoehtotuksia, että usein toimitettavien tuotteiden lisätilauksien tekeminen helpottuu	Keski-suuri
KT73	Ostaja pystyy ajoittamaan materiaalitoimituksen niin, että se tulee juuri oikeaan aikaan - tasan viikko ennen tuotannon alkua, että varastoon sidottu pääoma pysyy mahdollisimman pienenä	Keski-suuri
KT68	Ostaja pystyy hallinnoimaan raaka-aineiden ja materiaalien toimitajia ja heidän yhteystietojään, että järjestelmässä ei ole virheellisiä tietoja	Matala
KT72	Ostaja voi määrittää ostotilaukselle eri valuuttoja, että ostaminen eri valuutoilla helpottuu	Matala

Ostohenkilöstöllä tunnistettiin useita tarpeita erityisesti ennustettavuuteen, automatisoinnin lisäämiseen ja laskennan sekä raportoinnin osa-alueilla. Alustavasti ostopuolta oltiin rajaamassa työn ulkopuolelle, mutta sen tärkeyden ja saatavan lisäarvon takia se sisällytettiin osaksi diplomityötä.

Oston yksi suurimmista haasteista ovat varastosaldojen paikkansa pitämättömyys. Manuaalisen prosessin, varastosaldojen hitaan päivityssyklin ja kunnollisten työkalujen puutteiden takia varastosaldot eivät pysy ajan tasalla vaan niitä joudutaan jatkuvasti korjaamaan. Hankinnassa on myös tehtävä tarkistuksia fyysisesti onko tuotetta varastossa.

5.6 Ei-toiminnalliset vaatimukset

Ei-toiminnalliset vaatimukset koostuvat havainnoinnista, haastatteluista ja työpajasta tehdyistä huomioista sekä kohdeyrityksen toimitusjohtajan kanssa käydyn ei-toiminnallisten vaatimusten läpikäynnin tuloksista. Ei-toiminnallisten vaatimusten luomisessa on myös hyödynnetty tietojärjestelmien yleisiä standardeja esimerkiksi saatavuuden ja varmuuskopioinnin osalta. Ei-toiminnalliset vaatimukset on listattu taulukkoon 13.

Taulukko 13. Ei-toiminnalliset vaatimukset

#	Vaatus	Tärkeys
N3	Käyttöliittymän pitää olla helppo, yksinkertainen ja nopea käyttää (käytettävyys ja esteettömyys)	Tärkeä
N4	Järjestelmän saatavuus on 99 %	Tärkeä
N5	Tuotanto ei riipu (täysin) järjestelmästä vaan työ voi jatkua tuotantolaitoksessa ilman tuotantojärjestelmää	Tärkeä
N8	Järjestelmän tulee olla ylläpidettävissä, jatkokehitettävissä ja laajennettavissa	Tärkeä
N14	Järjestelmään pitää päästä Suomesta ja ylimääräisen kirjautumisen jälkeen muualta maailmasta	Tärkeä
N16	Tuotantotyöntekijän järjestelmän pitää kestää pölyä	Tärkeä
N18	Järjestelmä synkronoi master datan nykyisestä toiminnanohjausjärjestelmästä	Tärkeä
N20	Tietomallien näkyvyyttä pitää pystyä rajaamaan käyttäjäryhmittäin (käyttöoikeudet ja käyttöoikeusryhmät)	Tärkeä
N1	Järjestelmä on lokalisoitavissa pienellä työllä eri kielille	Keskisuuri
N6	Järjestelmän tulee tukea 40 yhtäaikaista käyttäjää	Keskisuuri
N7	Järjestelmän tulee olla skaalattavissa myöhemmin 100 yhtäaikaiseen käyttäjään	Keskisuuri
N9	Järjestelmä on käytettävissä Chrome & Firefox -selainten tuoreimmilla versioilla	Keskisuuri
N10	Järjestelmän tulee olla testattu yleisimmillä tietoturvatyökaluilla	Keskisuuri
N11	Järjestelmän tietojen tulee olla palautettavissa päivätasoisesti vähintään kuukauden ajalta ja viikottasoisesti 3 vuoden ajalta	Keskisuuri
N12	Järjestelmä tulee olla integroitavissa muihin toiminnanohjaus- ja tietojärjestelmiin	Keskisuuri

#	Vaatus	Tärkeys
N15	Järjestelmän tulee tukea useita mittayksiköitä	Keski-suuri
N17	Tuotantotyöntekijän ratkaisun pitää olla kevyt ja helppo siirrellä	Keski-suuri
N19	Järjestelmä kirjaa poikkeustilanteet lokiin	Keski-suuri
N2	Järjestelmään pystyy lisäämään useita käyttöpäätteitä, laitteita ja näyttöjä tuotantolaitoksessa	Matala
N13	Järjestelmän tulee tukea useita valuuttoja	Matala

Järjestelmälle on määritelty seuraavat rajoitteet ja reunaehdot (taulukko 14) yhdessä kohdeyrityksen toimitusjohtajan kanssa. Rajoitteet perustuvat projektin ennako-oleuksiin eli siihen, että järjestelmässä tullaan hyödyntämään Odoo-toiminnanohjausjärjestelmää sekä siihen rakennettua tuotannonohjausmoduulia mahdollisimman laajasti. Lisäksi järjestelmän halutaan toimivan pilvipalvelussa, että sitä pystytään tarvittaessa skaalaamaan suuremmalle käyttäjäryhmälle ja kuormitukselle.

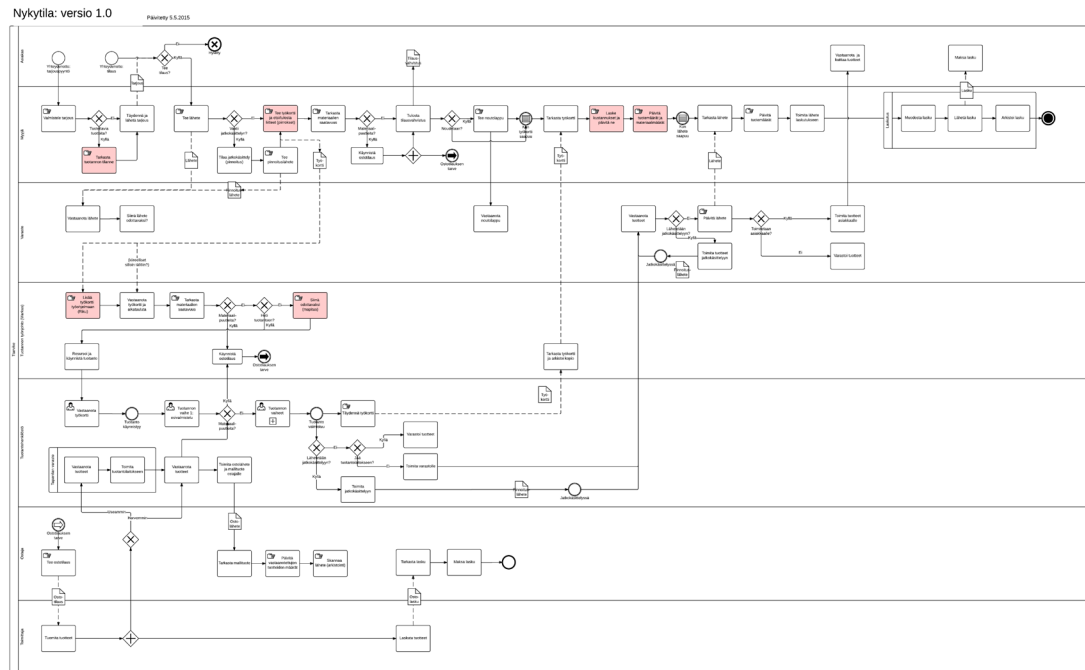
Taulukko 14. Tuotannonohjausjärjestelmän rajoitteet

#	Rajoite
C1	Järjestelmän tulee toimia pilvipalveluun rakennettuna
C2	Järjestelmän tulee hyödyntää Odoo-toiminnanohjausjärjestelmää
C3	Järjestelmän tulee hyödyntää laajimmalla mahdollisella tavalla Odoon omaa tuotannonohjausmoduulia

5.7 Tilaus-valmistus-toimitusprosessin nykytila ja tulevaisuus

Nykytilan prosessikaavio pitää sisällään koko tilaus-valmistus-toimitusprosessin aina myynnistä valmistukseen toimitukseen ja laskutukseen asti. Prosessikuvauksessa on keskitytty erityisesti tuotannonohjaukseen liittyvien vaiheiden tarkkaan kuvaamiseen.

Esimerkiksi laskutuksen vaiheita ei ole verifioitu tarkemmin. Prosessikaavio on luotu käymällä se läpi haastatteluissa ja kehittämällä sitä kommenttien perusteella. Alustavan tavoitetilan prosessikaavion hyväksyntä tehtiin työpajassa, jossa se käytiin läpi. Tämän jälkeen kehittynyt lopullinen tavoitetilan prosessikaavio vielä hyväksyttiin toimitusjohtajan toimesta.



Kuva 19. Nykytilan prosessikaavio (liitteenä tarkempi versio)

Kuvassa 19 esitetty nykytilan prosessikuvaus on lineaarinen, vaiheittainen ja etenevä prosessi vaikka se käytännössä ei sitä olekaan. Terästarvikkeen toimintatavat eivät ole vakiintuneita vaan ne ovat muodostuneet jopa vuosikymmenten kuluessa. Tehtävien suorituserjestys saattaa vaihdella henkilöittäin ja osa tehtävistä jätettiin odottamaan myöhempää toteutusta. Esimerkiksi pinnoitusläheteistä työnjohtaja huomautti haastatteluissa, että *”noin 75 % tapauksista”* sitä piti erikseen pyytää vaikka jo myyntivaiheessa sen tarve oli usein tiedossa. Lisäksi erikoistilanteet kuten erittäin kova kiire aiheuttavat poikkeamia totutuista malleista.

Kuvaan 19 on merkitty punaisella tunnistetut manuaalista työtä vaativat, tietokoneellisesti mahdollisesti hoidettavat, tärkeät sekä muut aikaa vievät tai hankalat tehtävät.

Prosessikehityksen näkökulmasta mielenkiintoisimmat tehtävät poimittiin käymällä läpi tehtäväkohtaisesti läpi seuraavat kysymykset:

- Onko tehtävä tarpeeton? (hukan poisto)
- Onko tehtävä työläs? (kustannus/aika)
- Sisältääkö tehtävä paljon manuaalista työtä tai tiedon kopiointia paikasta toiseen? (kustannus/aika)
- Onko tehtävä virhealtis? (laatu)
- Onko tehtävä korvattavissa tietojärjestelmän toiminnolla? (tehostaminen)
- Onko tehtävällä suora vaikutus asiakaspalveluun tai laatuun? (asiakaspalvelu/laatu)
- Olisiko tehtävä siirrettävissä sopivampaan paikkaan? (tehostaminen)

Yksikin kyllä-vastaus tehtävän kohdalla johti tehtävän tarkempaan tarkasteluun, jossa päätettiin onko tehtävä prosessikehityksen tai uuden tietojärjestelmän näkökulmasta kiinnostava eli pystyttäisiinkö prosessia muuttamalla kyseinen tehtävä poistamaan tai prosessia siltä osin tehostamaan.

Prosessikuvauksesta tunnistetut kiinnostavimmat tehtävät ovat:

- **Tarkasta tuotannon tilanne.** Toimitusjohtajan mukaan tuotannon tilanne tarkastetaan nykyään pääasiassa vain kiireellisissä tapauksissa. Normaalitapauksissa asiakkaalta tiedustellaan haluttua toimituspäivää tai toimitusajaksi laitetaan vakiona 4-5 viikkoa tietämättä aitoa tuotannon työjonoa ja kiireystilannetta. Tuotannon työnjohtajan mukaan myyjät soittavat useammin kiireisestä tuotantotilauksesta.
- **Soita / sähköpostita tarve tuotantoon (ei työkorttia).** Työnjohtajan haastattelussa ilmeni, että vakiintumattomien toimintatapojen takia myyjät eivät aina joksaisesta tuotantoon menevästä tuotteesta tee erillistä työkorttia vaan tuotantotilauksia tulee tuotannon työjohtajalle myös puhelimitse ja sähköpostitse. Tätä tuotannon työnjohtaja piti suurena ongelmana, koska tiedot tulevat eri kanavia ja ovat hajanaisia sekä saattavat tästä syystä olla puutteellisia.
- **Tee työkortti ja etsi/tulosta liitteet (piirroksset).** Haastatteluissa ei tullut esiin tyytymättömyyttä työkortteihin vaan niitä pidettiin kohtalaisen hyvinä ja tarpeet

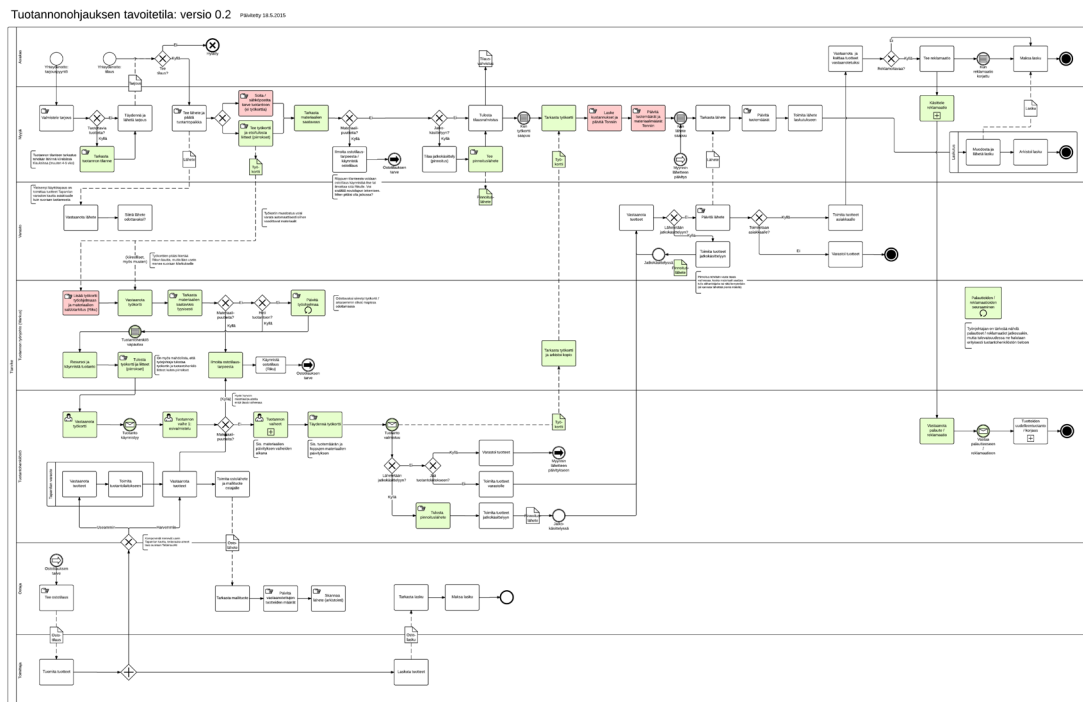
täyttävänä. Erityisesti tuotantoon perehtymätön työkortin täyttjä saattaa kuitenkin kopioida vanhan pohjan ja toistaa siinä mahdollisesti esiintyvät virheet. Tuotannon näkökulmasta erityisen hankalia tilanteita ovat muuttuneet piirroksset, joista ei muistettu tai huomattu kertoa tuotannolle, joka tuli esille myös haastatteluissa. Tällöin tuotanto tekee tuotteita vanhan piirroksen mukaan ja lopputuloksena syntyy vääränlaisia tuotteita. Työpajassa tuli esiin myös tarve kommunikoida tarkemmin valmistuksen kriittiset mitat. Myynnin tulisi siis aina todeta tuotannolle tarkasti mitkä mitat ovat kriittisiä eli missä mitoissa virhemarginaali on pieni ja missä mitoissa ei. Tällöin aikaa ei käytetä turhaan ei-kriittisten mittojen tarkistamiseen ja hiomiseen vaan voidaan käyttää sama aika kriittisiin mittoihin ja parantaa sitä kautta laatua.

- **Lisää työkortti työohjelmaan.** Tattarisuon tuotantolaitoksen myyjä B lisää saamansa työkortit työohjelmaan, joka pitää sisällään periaatteessa tulevien tuotantojen työjonon. Erityisesti kiireellisissä tapauksissa ja työkortittomissa tuotantotilauksissa tieto ei välity hänelle vaan tuotannon työjohtaja saa niistä tiedon ja huolehtii niiden tuotantoon otosta. Erilaiset toimintatavat kuitenkin vääristävät työohjelman ajantasaisuutta.
- **Siirrä odottavaksi (mapitus).** Odottavat työkortit siirtyvät työnjohtajan toimesta mappiin toivotun valmistumispäivämäärän mukaiseen järjestykseen. Työnjohtaja ottaa kansioista työkortteja tuotantoon edellisten valmistuttua. Kansion työjonon tilanteeseen on näkyvyys vain työjohtajalla ja se on käytännössä manuaalinen prosessi. Odottavilla työkorteilla ei nykyään ole pidemmälle vietyä suunnitelmallisuutta vaan tuotantoa hoidetaan pääosin reagoimalla päivän tai viikon tuotantotarpeisiin. Vastaavasti kiireelliset tuotannot kiilaavat usein muiden tuotantojen edelle ja toimitusajat saattavat muilla tuotannoilla venyä.
- **Laske kustannukset ja päivitä ne Tonniin.** Tuotannon lopulliset aidot kustannukset lasketaan lopuksi, jolloin tuotannossa käytetty aika, materiaalikulut ja pinnointuskulut lasketaan per tuote. Tämä tieto syötetään nykyään vanhaan toiminnanohjausjärjestelmään. Tiedon syöttää nykyisin myyjä ja se on manuaalinen, työläs ja virhealtis vaihe, jonka tietojärjestelmä pystyisi hoitamaan automaattisesti tuotannon valmistuttua.

- **Päivitä tuotemäärät ja materiaalmäärät.** Tuotemäärien päivityksen työläydestä ja ajallisesti liian kauan kestävästä operaatio tuli esiin ostosta ja myynnistä vastaavan hallituksen puheenjohtajan haastattelussa. Nykyjärjestelmä ei tarjonnut kunnollisia työvälineitä tämän tekemiseen, se oli virhealtis ja nykyjärjestelmään joutui tuotteet päivittämään yksi kerrallaan. Manuaalisuutensa takia syöttämisessä saattaa kestää, joka vaikuttaa raaka-aineena käytettyjen varastosaldoihin, koska ne ovat todellisuudessa jo käytetty, mutta toiminnanohjausjärjestelmän näkökulmasta niitä ei ole vielä käytetty.
- **Tee pinnoituslähete.** Tuotannon haastatteluiden mukaan pinnoituslähetettä joudutaan pyytelemään liian usein jälkikäteen (jopa 75 % tapauksista tuotannon työnjohtajan mukaan) ja se hidastaa prosessia, koska tuotteet jäävät sitä odottamaan ennen toimitusta jatkokäsittelyyn. Myös toimitusjohtajan mukaan pinnoituslähete tehtiin liian usein vasta silloin kun sitä pyydettiin vakiintuneen toimintatavan puuttuessa.

Tuotannonohjausjärjestelmän käyttöönotolla pystytään osa näistä tehtävistä poistamaan kokonaan, osa nopeutuu tai tehostuu ja osaan ei pystytä vaikuttamaan kuin laajamittaisemmalla toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotolla – pelkkä tuotannonohjauksen moduuli ei niihin tarpeisiin riitä. Varsinainen toteutusprojekti ottaa kantaa mitkä vaatimukset ja tehtävät todellisuudessa viedään tuotantoon ja missä aikataulussa.

Nykytilan prosessikaaviosta valmisteltiin tavoitetilan prosessikaavio, jossa nykytilakuvaukseen punaisella merkityt tehtävät pyrittiin korvaamaan uuden tuotantojärjestelmän nopeammilla ja tehokkaammilla toiminnoilla. Alkuun merkittiin vihreällä tuotannonohjauksen hoitamat oletetut tehtävät, sen jälkeen muokattiin prosessia paremmin tietojärjestelmän kanssa toimivaksi ja korjattiin toimitusjohtajalta saadun palautteen perusteella esimerkiksi pinnoitusläheteen muodostushetkeä. Alustava tavoitetilan prosessikuvaus kuvassa 20 käytiin vielä läpi yhdessä ohjaajan sekä kahden ulkopuolisen kanssa ja kuvaus todettiin ymmärrettäväksi sekä riittävän kattavaksi. Prosessikuvaukseen jätettiin tarkoituksella myös punaisella merkityt tehtävät havainnollistamaan prosessikehityksen kannalta mielenkiintoisimmat tehtävät.

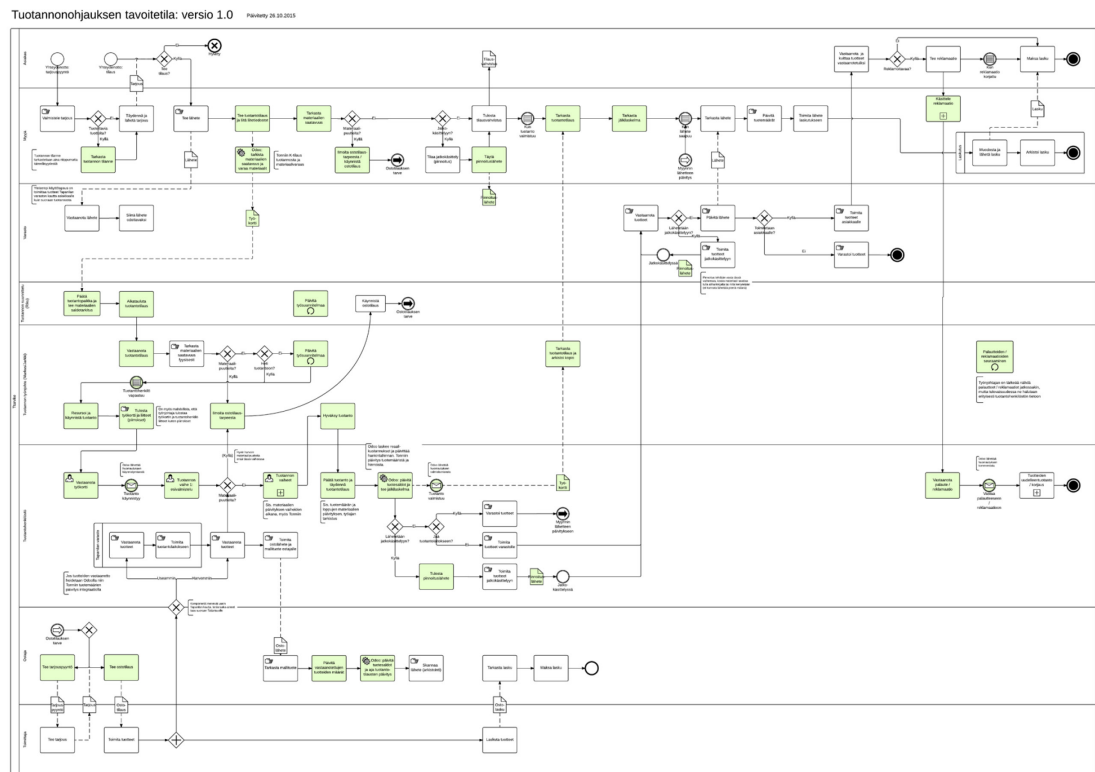


Kuva 20. Työpajassa läpikäyty tavoitetilan työversion prosessikaavio

Työpaja oli menestys tuloksellisesti ja se ylitti odotukset. Työpajassa olivat läsnä kaikkien tuotannonohjaukseen liittyvien roolien edustajat (myynti, tuotannon työnjohto, tuotantohenkilöstö, osto, johto). Työpajan ansiosta eri rooleissa työskentelevät henkilöt pääsivät ensimmäistä kertaa keskustelemaan yhdessä työtapoihin, -menetelmiin ja prosessiin liittyvistä asioista isossa porukassa. Työpaja herätti keskustelua monesta aiheesta ja kaikki osallistujat pääsivät esittämään omia mielipiteitensä. Työpaja vahvisti aikaisempia havaintoja, mutta myös paljasti uusia aikaisemmin tuntemattomia tarpeita. Radikaaleja muutoksia prosessikuvaukseen ei enää työpajassa tullut.

Työpajan jälkeen tavoitetilan prosessikaaviota kehitettiin kommenttien perusteella. Päivitetty tavoitetilan prosessikaavio esiteltiin toimitusjohtajalle ja hallituksen puheenjohtajalle, joiden kanssa todettiin tarve tuotannonsuunnittelijan roolin vahvistamiselle. Tuotannonsuunnittelija nostettiin omaksi käyttäjäryhmäkseen ja sille luotiin oma ”uimarata”. Tuotannonsuunnittelijan tärkein tehtävä on ohjata tulevia tuotantotilauksia tuotantolaitoksille sekä tehdä karkeasuunnittelua. Tuotannonsuunnittelijan pitää huolehtia, että molempien tuotantolaitosten työjonot ovat tasapainoiset ja että tuotantoti-

laukset on mahdollista tuottaa kyseisessä tuotantolaitoksessa. Toimitusjohtajan ja hallituksen puheenjohtajan kanssa tehtiin vielä muutamia pienempiä muutoksia, mutta muuten prosessikaavio säilyi entisellään.



Kuva 21. Tavoitetilan prosessikaavio (liitteenä tarkempi versio).

Kuvaan 21 on havainnollistettu tavoitetilan prosessikaavio. Tavoitetilan prosessikuvaus koostuu kaikkiaan kahdeksan käyttäjäryhmän tehtävistä. Kuvatut käyttäjäryhmät ovat asiakas, myyjä, varastomies, tuotannonsuunnittelija, tuotannon työnjohtaja, tuotantohenkilö, ostaja ja toimittaja. Tavoitetilan prosessikaavio sisältää kaikkiaan 68 tehtävää. Prosessikuvaukseen merkittiin vihreällä värillä 30 tehtävää, jotka soveltuvat alustavan arvion mukaan pidemmällä aikavälillä osaksi uutta tuotannonohjausjärjestelmää. Arvio tarkentuu diplomityön jälkeisessä toteutusprojektissa. Nykytilaan verrattuna tavoitetilan prosessista on pyritty poistamaan manuaaliset ja työläiset vaiheet ja korvaamaan ne tietojärjestelmän tekemillä toiminnoilla. Lisäksi tietojärjestelmän ominaisuuksia hyödynnetään myös esimerkiksi ilmoitusviestien toimittamiseen tuotantotilauksen tilan muuttuessa.

5.8 Yhteenveto tutkimustuloksista

Korkean tason liiketoimintavaatimuksia tunnistettiin yhteensä 11 kappaletta, joista yhdeksän on ensisijaisen tärkeitä ja kaksi myöhemmin toteutettavia sekundäärisiä vaatimuksia. Taulukossa 15 on listattu toiminnallisten vaatimusten määrä käyttäjäryhmittäin ja tärkeysasteen mukaan lajiteltuna. Ei-toiminnallisia vaatimuksia tunnistettiin 20 ja järjestelmän rajoitteita kolme.

Taulukko 15. Vaatimusten määrä prioriteeteittain ja käyttäjäryhmittäin lajiteltuna. Suluissa käyttäjämäärä kyseisessä käyttäjäryhmässä.

Vaatimusten määrä priori- teeteittain	Korkea	Keskisuuri	Matala	Yhteensä
Johto (3 käyttäjää)	0	0	1	1
Myynti (10)	3	12	7	22
Tuotannon suunnittelu (1)	3	0	0	3
Tuotannon työjohto (2)	4	12	4	20
Tuotantohenkilöstö (10)	4	7	7	18
Osto (4)	2	6	2	10

Nykytilan prosessikuvaukseen merkittiin kaikkiaan 56 tehtävää tai vaihetta, joista kuusi tunnistettiin erityisen työlääksi, virhealttiiksi tai muuten huomiota vaativaksi. Tavoitetilan prosessikuvaukseen määriteltiin kaikkiaan 68 tehtävää, joista 30 tehtävää soveltuu alustavan arvion mukaan osaksi uutta tuotannonohjausjärjestelmää.

6 Analyysi ja johtopäätökset

Vaatimusmäärittelyn tarkoituksena on tuottaa uuden tietojärjestelmän toteutusta varten vaatimuksia ja rajoitteita niin käyttäjiltä, liiketoiminnasta kuin tietojärjestelmän näkökulmasta. Vaatimusmäärittely on tärkeä osa ohjelmiston kehitysprojektia. Kuten Cleland-Huang (2005) toteaa niin virheen korjaaminen vasta tietojärjestelmän ylläpitovaiheessa voi olla jopa 200 kertaa kalliimpaa kuin virheen korjaaminen jo vaatimusmäärittelyssä. Tästä syystä vaatimusmäärittelyssä tehdyt virheet ovatkin erityisen kalliita ja siksi vaatimusmäärittelyn laatuun tulee kiinnittää huomiota. Parhaaseen lopputulokseen pääsemiseksi on suositeltavaa käyttää vaatimusmäärittelyprosessia ja varmistaa lopuksi vielä tehdyn vaatimusmäärittelyn laatu vertaamalla vaatimusten sekä vaatimuskoelman ominaisuuksia hyvän vaatimusmäärittelyn ominaisuuksiin (kuten luvussa 4.5 on todettu).

Diplomityön aikana tehtiin kolme merkittävää oivallusta, jotka parantavat vaatimusmäärittelyn kattavuutta ja laatua:

1. Tietojärjestelmän kehityksessä tulisi aina ottaa huomioon kolme toisistaan merkittävästi riippuvaa osa-aluetta (kolmikanta): liiketoiminta, käyttäjä ja tietojärjestelmä.
2. Tietojärjestelmän potentiaali pitää sisällyttää mukaan vaatimusmäärittelyyn mahdollisuuksina.
3. Prosessikehitys tukee vaatimusmäärittelyä ja vaatimusmäärittely tukee prosessikehitystä.

Kaikki kolme oivallusta ovat vaikuttaneet ReqPros-kehitysmallin muotoutumiseen, joka on toiminut viitekehyksenä vaatimusmäärittelyn aikana sekä siihen liittyvässä laadunvarmistuksessa. Oivallukset ovat myös parantaneet selvästi diplomityön lopputulosta, koska vaatimusmäärittely ja prosessikehitys kattavat uudistuksessa laajemman osan ja tuo näin Terästarvikkeelle enemmän hyötyä kuin jos vaatimusmäärittely tai prosessikehitys olisi tehty irrallisina.

Sekä Kauppinen ja Ylikangas (2014) että Wiegers (2003) ovat todenneet vaatimusmäärittelyn kaipaavan vaatimusten tarkastelua käyttäjän, liiketoiminnan kuin tietojärjestelmänkin näkökulmasta. Mainituissa malleissa tietojärjestelmä on kuitenkin enemmän alisteinen tai vähäpätöisempi osapuoli verrattuna liiketoimintaan tai käyttäjään. ReqPros-kehitysmallissa ehdotan, että kaikki mainitut osapuolet ovat tasavertaisia ja vaatimuksia tulisi tarkastella kaikkien niiden näkökulmasta.

Tietojärjestelmän koko potentiaalin hyödyntäminen on tietojärjestelmän käyttöönotta-
van yrityksen intresseissä ja siksi myös mahdollisuudet pitäisi ottaa kiinteäksi osaksi vaatimusmäärittelyä. Esimerkiksi Kauppinen ja Ylikangas että Wiegers jättävät malleissaan tietojärjestelmän potentiaalin hyödyntämisen huomiotta ja keskittyvät lähinnä tietojärjestelmän asettamien rajoitteiden määrittelyyn. Mahdollisuudet ovat kuitenkin tietojärjestelmää käyttöönottavalle yritykselle elintärkeä asia, jolla pystytään saavuttamaan kilpailuetua muihin yrityksiin nähden. Vastuu mahdollisuuksien tunnistamisesta jää tietojärjestelmää hankkivalle yritykselle, jonka pitäisi osata vaatia ja osallistaa tietojärjestelmän toimittaja vaatimusmäärittelyprosessiin.

Tutkimuksen aikana tuli selväksi, että vaatimusmäärittely tukee prosessikehitystä ja päinvastoin. Prosessin analyysiä ja prosessikuvauksia tehdessä löydetään ajatuksia ja ideoita, joita pystytään hyödyntämään vaatimusmäärittelyssä. Vastaavasti vaatimusmäärittelyssä tehty työ on hyödynnettävissä prosessikehityksessä. Prosessikehitystä ja vaatimusmäärittelyä tuleekin tehdä samanaikaisesti ja niiden välillä tulee olla vuoropuhelua, että niistä saadaan mahdollisimman suuri hyöty. Tässä diplomityössä vuoropuhelu tuli luonnostaan, koska niiden toteutuksesta vastasi sama henkilö. Myös Freund ja Rücker (2012) ovat todenneet, että toimintatapoja ja teknologiaa tulee kehittää yhteistyössä.

Toiminnanohjauksen ja tuotannonohjauksen teoria on luonut tarvittavan ymmärryksen aihealueeseen, että vuoropuhelu yrityksen työntekijöiden kanssa on ollut luontevaa sekä haastatteluissa että työpajassa. Tuotannonohjauksen teoria on myös helpottanut puutteiden näkemistä nykyprosessissa erityisesti suunnittelun aikajänteen osalta –

suunnittelua pitäisi pystyä tekemään pidemmällä aikavälillä. Tuotannonohjauksen teoria on myös tarjonnut peruskäsitteistön, joka on helpottanut keskustelua työntekijöiden kanssa ja parantanut vaatimusmäärittelyn laatua erityisesti kattavuuden osalta.

Avoimen lähdekoodin ja avoimen lähdekoodin Odoo-toiminnanohjausjärjestelmän kuvaaminen sekä havainnointi ovat helpottaneet diplomityön vaatimusmäärittelyn tekemistä. Vaatimusmäärittelyn laatua on parantanut se, että diplomityössä on pystytty tunnistamaan tietojärjestelmän mahdollisuuksia eli potentiaalia, joka on myös yksi ReqPros-kehitysmallin keskeisistä elementeistä muihin vastaaviin malleihin verrattuna. Toteutusprojektin aikana päästään vielä tarkemmalle tasolle mahdollisuuksissa, kun niin sanottua gap-analyysiä eli tietojärjestelmän vastaavuutta vaatimuksiin ryhdytään selvittämään tarkalla tasolla.

Modernin tuotannonohjausjärjestelmän käyttöönotto ja siirtyminen paperisesta sekä manuaalisesta prosessista sähköiseen prosessiin ovat ensimmäinen askel kohti laajempaa digitalisaation ilmiötä. Nämä ensimmäiset vaiheet muodostavat perustan, jonka jälkeen pystytään aidosti suunnitella laajamittaisempia sekä radikaalimpia uudistuksia. Digitalisaation avulla voidaan koko arvoketju sisällyttää tuotteen valmistusprosessiin aina tuotteen suunnittelusta toimitukseen asti. Tulevaisuudessa esimerkiksi alihankkijat voivat olla jopa erottamaton ja kiinteä osa yrityksen prosesseja.

6.1 Tutkimustulosten analyysi

Päätutkimuskysymys: Millaisia vaatimuksia ja rajoitteita Pk-yrityksen tuotannonohjaus asettaa avoimen lähdekoodin Odoo-toiminnanohjausjärjestelmälle?

Tapaustutkimuksessa selvinneet vaatimukset eivät muodostaneet suuria yllätyksiä. Lähiinnä vaatimukset liittyivät kommunikaation lisäämiseen erityisesti myynnin ja tuotannon välillä. Liiketoiminnan puolelta korostettiin erityisesti mittaamisen ja suunnittelun tärkeyttä. Tutkimuksen aikana selvin puute tuntuikin olevan läpinäkyvyyden ja hyvien työkalujen puute, joka uudella tuotannonohjausjärjestelmällä pystytään ratkaisemaan.

Suurin yllätys liittyy kohdeyrityksen toimintatapojen monimuotoisuuteen – yhtenäisiä toimintatapoja ei ollut vaan ne riippuivat henkilöstä ja päivästä.

Tarkemmin vaatimuksiin ja rajoitteisiin vastataan alla olevilla alatutkimuskysymyksillä.

Millaisia vaatimuksia yrityksen liiketoiminta asettaa tuotannonohjaukselle?

Terästarvikkeen johto on asettanut tuotannonohjaukselle seuraavat ensisijaiset liiketoimintavaatimukset:

- Prosessien yhtenäistäminen ja yhteisten toimintatapojen muodostaminen
- Prosessien tehostaminen manuaalisia tehtäviä ja toimintoja karsimalla
- Läpinäkyvyys myynnin ja tuotannon välillä sekä vuorovaikutuksen tehostaminen
- Tuotannon suunnitelmallisuuden lisääminen
- Toimitusajan pienentäminen ja toimitusvarmuuden parantaminen
- Tuotettavien tuotteiden laadun parantaminen ja reklamaatioiden vähentäminen
- Tarkemman tuotantotiedon kerääminen ja hyödyntäminen jälkilaskennassa
- Materiaalihallinnan tarkkuus ja oikea-aikaisuus
- Automaation hyödyntäminen laajemmin tuotannossa

Liiketoimintavaatimukset voidaan kiteyttää liittyvän pääosin vuorovaikutukseen ja viestintään, laatuun sekä tehokkuuteen. Toisin sanoen Terästarvike haluaa parantaa läpinäkyvyyttä eri roolien välillä, lisätä ennakoitavuutta ja suunnitelmallisuutta, ohjata resursseja tehokkaammin ja mitata yrityksen toimintaa. Terästarvikkeen asettaman liiketoiminnalliset vaatimukset ovat hyvin linjassa teoriassa esitettyjen (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009: 402; Häkkinen 2003; Miettinen 1993) toiminnanohjauksen keskeisimpien tavoitteiden kanssa. Tiivistetysti voidaan sanoa, että yrityksen tulisi saavuttaa mahdollisimman korkea tuottavuus pienin valmistuskustannuksin, parantaa toimitusvarmuutta sekä -aikaa ja vähintään täyttää asiakkaan odottama laatutaso.

Liiketoimintavaatimukset on määritelty ja priorisoitu Terästarvikkeen näkökulmasta, mutta ne pätevät mihin tahansa valmistavaan yritykseen. Yhtenäiset prosessit, prosessien tehostaminen, läpinäkyvyys ja suunnitelmallisuus ovat jokaiselle yritykselle elintär-

keitä. Myös toimitusaikaan ja -varmuuteen, materiaalihallintaan sekä laadunparantamiseen liittyvät tavoitteet ovat universaaleja. Osa liiketoimintavaatimuksista ylittävät varsinaisen tuotannonohjauksen kokonaisuuden ja liittyvät yrityksen laajempaan toiminnanohjauksen kehittämiseen. Näihin toissijaisiin liiketoimintavaatimuksiin palataan myöhemmin toteutusprojektin yhteydessä.

Millaisia tarpeita, erityisvaatimuksia ja rajoitteita yrityksen henkilöstöllä on tuotantoon liittyen?

Henkilöstöstä tunnistettiin kuusi ensisijaista käyttäjäryhmää: johto, myynti, tuotannon suunnittelija, tuotannon työnjohto, tuotantohenkilö ja osto. Näistä käyttäjäryhmistä kirjattiin haastatteluiden ja työpajan avulla kaikkiaan 74 käyttäjätarinaa toiminnallisiin vaatimuksiin. Vaatimukset ja rajoitteet on kuvattu tarkemmalla tasolla luvuissa 5.5 Henkilöstön toiminnalliset vaatimukset, tarpeet ja erityispiirteet. Vaatimusmäärittelyn tulokset ovat laadultaan hyviä, koska siinä hyödynnettiin prosessikehitystä osana määrittelyä ja vaatimusten laatua verrattiin hyvän vaatimusmäärittelyn ominaisuuksiin (tarkemmin luvussa 6.3).

Haastatteluissa tuli ilmi, että suurimmat haasteet Terästarvikkeella liittyvät tiedon jakamiseen myynnin sekä tuotannon välillä ja manuaaliseen prosessiin. Kiire ja työlääät vaiheet aiheuttivat myynnissä sen, että kaikkea tarvittavaa tietoa ei aina jaeta tuotantoon. Tuotanto ei tällöin voi valmistaa tuotteita asiakkaan tarpeiden mukaiseksi tietojen puuttuessa. Sommervillen (2011) mukaan eri sidosryhmiltä tulevat vaatimukset ovat usein eri näkökulmista, mutta ovat osin päällekkäisiä. Tämä havainto tehtiin myös haastatteluissa – esimerkiksi läpinäkyvyys ja ennakointi tulivat esiin sekä tuotantohenkilöstön että myynnin henkilöstön haastatteluissa eri sanoin.

Sommervillen (2010) mukaan ei-toiminnalliset vaatimukset eli laatuvaatimukset ovat jopa kriittisempiä kuin yksittäiset toiminnalliset vaatimukset. Tästä syystä ei-toiminnallisiin vaatimuksiin on kiinnitetty erityistä huomiota tässä diplomityössä. Ei-toiminnallisten vaatimuksien kartoittamiseen on käytetty hyödyksi Sommervillen (2010) esittele-

mää ei-toiminnallisten vaatimusten mallia, jonka korkeimmat tasot ovat tuotevaatimukset, organisatoriset vaatimukset ja ulkopuoliset vaatimukset. Ei-toiminnallisia vaatimuksia listattiin kaikkiaan 23 ja niihin voi tutustua tarkemmin luvussa 5.6 Ei-toiminnalliset vaatimukset.

Toiminnalliset ja ei-toiminnalliset vaatimukset on määritelty Terästarvikkeen tarpeeseen. Vaatimuslistaukset vastaavat kuitenkin sisällöltään hyvin pitkälle jokaisen valmistavan yrityksen tarpeisiin. Myynniltä on tarve saada erityisesti poikkeavia tietoja ja huomautuksia tuotantoon esimerkiksi piirroksen muuttuessa tai kriittisten mittojen osalta. Samoin myynnin on tarve pystyä selvittämään helposti tuotannon tilanne ja seuraamaan tuotannon edistymistä. Myös tuotannon pitäisi pystyä kommunikoimaan takaisin myynnille, jos tuotantotilauksesta puuttuu jotain olennaista tai kysymään varmistusta.

Millainen tilaus-valmistus-toimitusprosessi tukee parhaiten tuotantoa?

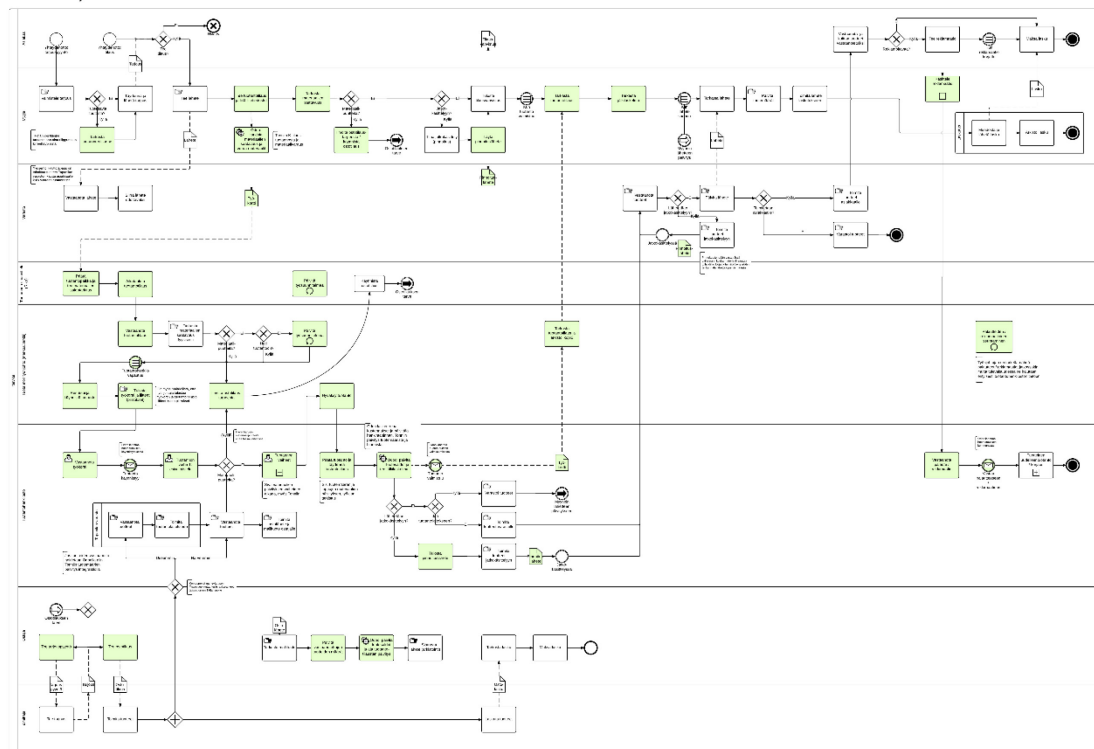
Häkkisen (2013) mukaan tuotannonohjausjärjestelmä on yrityskohtainen ratkaisu, joka voi olla pelkästään manuaalinen sovellus tai tietokonepohjainen järjestelmä mutta myös näiden yhdistelmä. Terästarvikkeen tuotannonohjausjärjestelmä on aikaisemmin ollut pitkälle manuaalinen prosessi, jossa tilauksissa olevista valmistettavista tuotteista tehdään manuaalisesti täyttämällä tuotantolaitokseen toimitettavat paperiset työkortit. Tietojärjestelmää on hyödynnetty lähinnä myynnin tukena ja työohjelman laadinnassa, joka myöskin vaatii manuaalista syöttöä aiheuttaen viivettä ja virheellisyyttä prosessiin. Tavoitetilan prosessissa on näitä manuaalisia vaiheita pyritty vähentämään ja korvaamaan ne tietojärjestelmän suorittamilla operaatioilla. Osa tehtävistä poistuu myös kokonaan, koska tuotannonohjausjärjestelmä siirtää tiedot automaattisesti ja välittömästi kaikkien olennaisten käyttäjäryhmien saataville.

Prosessikehitys on koettu tärkeäksi ja kiinteäksi osaksi diplomityötä ja sitä on hyödynnetty sekä vaatimusten hankkimiskeinona että yhtenä projektissa arvoa tuottavana osa-alueena. Prosessikehitys on lisäksi nähtävä korkeamman tason osa-alueena, joka kytkeytyy useampaan projektiin. Esimerkiksi tuotannonohjauksen prosessikehityksen lisäksi

diplomityössä on mallinnettu myyntiprosessi, jota voidaan kehittää erillisessä projektissa.

Työntekijän näkökulmasta vaikein asia ei ole tietojärjestelmän käyttämisen oppiminen vaan sen hyödyntäminen osana työtehtäviä ja ongelmanratkaisua. Käyttäjän pitää myös pystyä kehittämään omia toimintatapoja ja osallistua organisaation sisäiseen vuorovaikutukseen. Tietojärjestelmän voidaan katsoa tarjoavan potentiaalista hyötyä ja työvälineitä, joiden lopullinen hyödyntäminen on kiinni ihmisistä sekä organisaatiosta. (Hyötyläinen ja Kalliokoski 2006.) Tästä syystä eri toimintojen työntekijöitä on osallistettu projektiin haastatteluiden ja työpajan avulla.

Tavoitetilan prosessin jalkauttaminen yhdessä uuden tuotannonohjausjärjestelmän kanssa tulee olemaan iso työ. Tuotannonohjauksen käyttöönottoa varmaankin vaiheistetaan niin, että toteutettavat ominaisuudet jaetaan pienempiin hallittavampiin kokonaisuuksiin, jolloin myös tavoitetilan prosessia ei uudisteta kokonaan kerralla vaan palloissa. Tavoitetilan prosessikuvaus toimii kuitenkin tavoiteltavana visiona, jota kohti pyritään. Uusi prosessi tulee parantamaan Terästarvikkeen toimintaa monelta näkökulmalta: prosessin nopeutus, prosessin määrämuotoistaminen, yhtenäiset toimintatavat, tietotekniikan hyödyntäminen manuaalisiin tai aikaa vieviin tehtäviin, läpinäkyvyyden paraneminen erityisesti myynnin ja tuotannon välillä ja vuorovaikutuksen lisääminen eri toimintojen välillä. Osa muutoksista tulee olemaan yhteisesti sovittavia pelisääntöjä, jotka eivät prosessikuvauksessa vielä näy. Alustavasti työpajassa myös keskusteltiin tuotantokalenterin ”jäädymisestä” kyseisen viikon osalta eli uusia valmistettavia tuotteita ei enää otettaisi kuluvalle viikolle ja seuraavallekin vain kiireellisemmissä tapauksissa. Näin tuotannosta saataisiin ennustettavampaa ja suunnitelmallisempaa ja se rauhoittaisi tuotannon tekemistä.



Kuva 22. Tavoitetilan prosessikuvaus

Tavoitetilan prosessikuvaus (kuva 22) mallintaa melko yleisellä tasolla valmistavan teollisuuden yrityksen tilaus-valmistus-toimitusprosessin. Tavoitetilan prosessia voidaan hyödyntää muissakin Terästarviketta vastaavissa yrityksissä. Suurimmat erot muiden yritysten vastaaviin prosesseihin lienevät tehtävien vastuuttaminen eri käyttäjäryhmille ja tehtävien järjestys. Nämä seikat huomioimalla pystytään tavoitetilan prosessikuvaus muuntamaan yritykselle sopivaksi.

6.2 Tutkimuksen luotettavuus ja laatu

Tämä diplomityö on laadullinen tapaustutkimus. Laadullista tutkimusta käytetään usein sosiaalitieteissä selittämään ihmisten käyttäytymistä. Laadullisen tutkimuksen tarkoitus on hankkia tarkempaa ymmärrystä tutkittavasta tapauksesta. Laadullinen tutkimus vaatii syvän tuntemuksen tutkittavasta kohteesta, josta seuraa että tutkija on osa tutkimusprosessia ja saa vaikutteita tutkimuksesta (Järvenpää & Kosonen 2000). Laadullinen tutkimus vastaa usein kysymyksiin miksi ja miten.

Tapaustutkimuksessa tutkitaan ilmiötä sen oikeassa kontekstissa (Yin 2009). Tapaustutkimus voi sisältää yhden tai useamman tapauksen tarkastelemista (Yin 2009; Eisenhardt 1989). Eisenhardtin mukaan (1989) tarvitaan useampia tapaustutkimuksen kohteita – jopa kahdeksan, että tutkimuksen teoreettinen viitekehys voidaan yleistää. Dyerin ja Wilkinsin (1991) näkemys on päinvastainen. Heidän mielestään jo yhdestä tapauksesta voidaan analysoiden johtaa teoreettinen malli. Koska tapaustutkimus voi sisältää vain yhden tai muutaman tapauksen tarkastelun, pyritään tutkittavasta ilmiöstä saamaan tarkempi ja kokonaisvaltaisempi ymmärrys kuin mitä olisi useammalla tapauksella mahdollista saavuttaa (Järvenpää & Kosonen 1996). Tämä tapaustutkimus sisältää yhden tapauksen tutkimuksen, jota pyritään ymmärtämään mahdollisimman kattavasti.

Laadullinen tutkimus perustuu usein teoreettisiin malleihin ja aikaisempiin tutkimuksiin (Järvenpää & Kosonen 1996). Myös Yinin (2009) mukaan datan keräämisessä ja analysoinnissa voidaan hyödyntää aikaisempia teoreettisia malleja. Myös diplomityön ReqPros-kehitysmallit nojaavat vahvasti 4. luvussa esiteltuihin teorioihin, joihin on valittu vakiintuneisiin vaatimusmäärittelyn käytäntöihin perustuvia malleja. Lähteinä on pyritty käyttämään mahdollisimman tuoreita lähteitä, koska erityisesti ketterä ohjelmistokehitys on tuonut omat haasteensa ja toimintatapansa myös vaatimusmäärittelyyn. Toiminnanohjauksen, tuotannonohjauksen ja avoimen lähdekoodin osalta lähteitä on selvästi vähemmän eivätkä ne ole niin kattavia verrattuna vaatimusmäärittelyn teoriaan. Toiminnanohjauksen tuotannonohjauksen ja avoimen lähdekoodin osalta luodaan lähinnä kontekstia tutkimukselle sekä tutustutaan tärkeimpiin konsepteihin ja käsitteisiin.

Diplomityön tutkimusmenetelmät muodostuivat havainnoinnista ja esihaastattelusta, eri rooleissa toimivien henkilöiden teemahaastatteluista ja työpajasta. Havainnointi ja esihaastattelu muodostivat alustavan ymmärryksen ongelmakenttään, henkilöiden haastattelut loivat pohjan prosessikehitykselle sekä paljastivat suurimmat ongelmat. Työpaja piti sisällään prosessikuvausten läpikäynnin ja yhteiskeskustelun, joka loi laajempaa ymmärrystä yrityksen operatiiviseen toimintaan. Farquharin (2012) mukaan eri tiedonlähteitä ja eri tutkimusmenetelmien yhdistelemällä saadaankin luotettavampia tuloksia, koska näin ilmiötä pystytään tarkastelemaan eri näkökulmista.

Työntekijöiden teemahaastatteluita pidettiin kaikkiaan seitsemän. Vaatimusmäärittelyyn sisällytettiin ensisijaiset käyttäjäryhmät, jotka kytkeytyvät merkittävällä tavalla tuotannonohjauksen järjestelmään. Nämä käyttäjäryhmät on haastateltu ja heidän kertomansa vaatimukset on otettu huomioon vaatimuksissa. Kysymykset laadittiin lisäksi mahdollisimman avoimiksi ja kuvailua vaativiksi, jolla pyrittiin välttämään johdattelevia kysymyksiä. Haastattelumenetelmä sopii tapaustutkimukseen, koska tapaustutkimuksessa pyritään tunnistamaan haastateltavien omia kokemuksia ja näkemyksiä (Järvenpää & Kosonen 1996). Crouchin ja McKenzien (2006) mukaan pienikin laadullinen datamäärä voi riittää kuvaamaan ongelmakohtia. Koska laadullisessa tutkimuksessa ei ole olennaista materiaalin määrää, voidaan tämän diplomityön tuloksia pitää kuvaavina ja luotettavina.

Vaatimusmäärittely sisälsi myös nykytilan ja tavoitetilan prosessikuvaukset, jotka toimivat erinomaisena rajaesineenä haastatteluissa sekä erityisesti työpajassa. Prosessikuvaus on antanut yritykselle laajemman ja tarkemman kuvan eri osien toiminnasta ja kytköksistä. Rajaesineitä (prosessikuvaukset ja vaatimusmäärittelylistaukset) on lisäksi käytetty keskustelun tukena epämuodollisissa keskusteluissa, jotka ovat validoineet tai kehittäneet tehtyjä löytöjä tai epäkohtia.

Vaatimusmäärittelyn tekemisessä on hyödynnetty Sommervillen (2010: 36-38, 99-100) esittelemää vaatimusmäärittelyprosessia, joka koostuu neljästä vaiheesta: toteuttamiskelpoisuusanalyysi, vaatimusten kartoitus ja analysointi, vaatimusten määrittely ja vaatimusten validointi. Toteuttamiskelpoisuusanalyysi on tehty diplomityötä ennen ja siinä todettiin, että nykyisen merkkipohjaisen toiminnanohjausjärjestelmän laajentaminen tuotannonohjauksen tarpeisiin ei ole järkevää. Analyysin lopuksi tehtiin päätös Odoo-järjestelmän käytöstä ja tarkemman vaatimusmäärittelyn aloittamisesta. Tässä diplomityössä keskityttiin vaatimusten kartoitukseen, analysointiin ja validointiin. Vaatimusten kartoitus ja analysointi -vaihe voidaan jakaa vielä neljään pienempään osaan: vaatimusten tunnistamiseen, vaatimusten luokitteluun ja organisointiin, vaatimusten priorisointiin ja neuvotteluun sekä vaatimusten määrittelyyn (Sommerville 2010). Vaatimukset on

tunnistettu haastatteluiden ja prosessikehityksen keinoin ja ne on luokiteltu toiminnallisiksi, ei-toiminnallisiksi vaatimuksiksi ja ne on vielä jaettu käyttäjäryhmittäin. Tarkempi vaatimusten määrittely ja neuvottelu on jätetty toteutusprojektille, koska ketterän kehityksen ideologiaan kuuluu iteratiivinen vaatimusten käsittely, tarkennus ja toteuttaminen ja koska vaatimusten oletetaan vielä muuttuvan projektin aikana. Erityisesti vaatimusten priorisointia joudutaan tekemään useaan kertaan toteutusprojektin aikana. Vaatimukset on kuitenkin käyty läpi Terästarvikkeen toimitusjohtajan kanssa määrittely- ja validointitapaamisissa, joten alustava kategorisointi, priorisointi ja validointi on suoritettu.

6.3 Tutkimustulosten laatu

Tutkimustulokset eli yksittäiset toiminnalliset sekä ei-toiminnalliset vaatimukset täyttävät seuraavat hyvälle vaatimusmäärittelylle asetetut ominaisuudet: yksiselitteinen, virheetön, ytimekäs, toteuttamiskelpoinen, johdonmukainen, jäljitettävissä oleva, priorisoitu ja tarpeellinen. Vaatimukset on käyty läpi useaan otteeseen ja lisäksi lopuksi kohdeyrityksen toimitusjohtajan kanssa priorisoiden. Toiminnallisia vaatimuksia on karkealla tasolla verrattu Odoon toiminnallisuuksiin ja todettu niiden olevan toteutuskelpoisia. Vaatimukset on ristiin tarkistettu myös siltä näkökulmalta, että jos toinen käyttäjäryhmä luo tietoa niin vastaanottavan käyttäjäryhmän pitää se tieto nähdä (liittyvä vaatimus). Vaatimukset on priorisoitu kolmitasoisella jaottelulla, jonka yhteydessä osa poistettiin tarpeettomina. Kaikilla vaatimuksilla on myös uniikki tunnistekoodi.

Vaatimusmäärittelyn tulokset täyttävät myös kokonaisuutena seuraavat hyvän vaatimusmäärittelyn ominaisuudet: kattava, johdonmukainen, realistinen, ytimekäs, muokattava ja jäljitettävissä oleva. Vaatimuksien kattavuutta on myös verrattu prosessikuvaukseen sekä karsittu suoraan tuotannonohjaukseen liittymättömät vaatimukset ulkopuolelle. Vaatimuslistaukset on myös hyväksytty toimitusjohtajan toimesta. Vaatimuksissa ei myöskään ole merkittäviä riippuvuuksia, jotka estäisivät vaatimuksien toteuttamista. Vaatimuksissa on kylläkin riippuvuuksia, jolloin vähintään myös toinen vaatimus pitää täytyä ennen kuin toisesta on hyötyä. Esitetty tuotannonohjauksen kokonaisuus on toteutettavissa.

Prosessikuvaukset ovat laadultaan erittäin hyviä. Prosessikuvausten tekemiseen on käytetty vakioitua visualisointimenetelmää BPMN 2.0:aa. Prosessikuvauksia on kehitetty laajan käyttäjäjoukon toimesta alkaen yksittäin tehdyistä teemahaastatteluista sekä yrityksen laatukäsikirjan materiaaleista ja päätyen yhteiseen työpajaan. Työpajassa olivat kaikki kohdeyrityksen tuotannonohjaukseen liittyvät käyttäjäryhmät edustettuna ja prosessi käytiin yksityiskohtaisesti läpi täydentäen. Prosessin suunnitteluun, valmisteluun ja läpivientiin osallistui lisäksi prosessikehityksen asiantuntija. Prosessia on työstetty ja arvioitu useita kierroksia. Lopuksi tavoitetilan prosessikaavio on vielä hyväksytty toimitusjohtajan ja hallituksen puheenjohtajan toimesta.

6.4 Tutkimuksen käytännön merkitys

ReqPros-vaatimusmäärittely- ja prosessikehitysmalli on hyödynnettävissä sellaisenaan minkä tahansa yrityksen tietojärjestelmän määrittelyprosessissa. ReqPros perustuu vaikiintuneeseen teoriaan, jota on muokattu vielä paremmin Pk-yrityksen tietojärjestelmän vaatimusmäärittelyyn sopivaksi. Diplomityön teoriaan tutustumalla sekä diplomityön prosessia seuraamalla pystyy tekemään vastaavanlaisen vaatimusmäärittelyn sekä prosessikehityksen. Hyvään lopputulokseen päätyminen vaatii kuitenkin kokemusta ja mm. uuden tietojärjestelmän aihealueen tuntemusta ReqPros-mallin lisäksi.

ReqPros-malli oli hyödyllinen vaatimusmäärittelyssä. Käyttäjäryhmien tunnistaminen erikseen auttoi hahmottamaan kytkeytyviä käyttäjäryhmiä ja muita sidosryhmiä. Käyttäjäryhmien kuvaus tulee entistä tärkeämmäksi, kun siirrytään toteutusvaiheeseen ja tarvitaan tukea eri sidosryhmiltä. ReqPros-vaatimusmäärittelymalli pakotti katsomaan vaatimuksia eri näkökulmista, jolloin vaatimusmäärittelyn kattavuus ja sitä kautta laatu paranee. Myös prosessikehitys on saanut kohdeyrityksen toimitusjohtajalta ja hallituksen puheenjohtajalta kiitosta ja se on merkittävä osa kehitystä.

Tässä diplomityössä esitetyt korkean tason liiketoimintavaatimukset sekä toiminnalliset vaatimukset vastaavat pitkälle minkä tahansa valmistavan teollisuuden yrityksen tarpeita. Toiminnalliset vaatimukset on kuvattu sen verran yleisellä tasolla, että ne ovat

hyödynnettävissä lähes sellaisenaan. Toteutusvaiheessa vaatimusmäärittelyä on tarkennettava ja priorisoitava uudelleen, joten vasta silloin yrityskohtaiset erot ja tarpeet tulevat kunnolla esiin.

Tärkein käytännön merkitys diplomityölle on kuitenkin sen vaatimusmäärittelyn ja prosessikehityksen tulosten käyttökelpoisuus kohdeyrityksessä, Terästarvikkeella.

6.5 Tutkimuksen teoreettinen merkitys

Diplomityössä on rakennettu uusi teoreettinen ReqPros-viitekehys vaatimusmäärittelyn ja prosessikehitykseen. Erityisesti näiden osa-alueiden yhdistäminen samaan malliin on katsottava diplomityön ansioksi. ReqPros-malli on yleistettävissä minkä tahansa tietojärjestelmän vaatimusmäärittelyyn ja prosessikehitykseen. Malli ei ota kantaa tietojärjestelmän tyyppiin (esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmä) eikä organisaation kokoon, liiketoiminta-alueeseen tai muihin yrityskohtaisiin erityispiirteisiin. ReqPros-perustuu vakiintuneisiin teorioihin, joita on jatkojalostettu.

Diplomityössä tehty havainto tietojärjestelmän huomioonottamisesta vaatimusmäärittelyssä ja ohjelmistokehityksessä on myös diplomityön ansio. Teoreettisissa malleissa on sivuutettu se seikka, että tietojärjestelmä tarjoaa mahdollisuuksia, joita käyttäjä ei välttämättä ymmärrä tai osaa vaatia. Usein tyydytään kuvaamaan vain tietojärjestelmän rajoitteet ja reunaehdot eikä huomioida sen koko potentiaalia. Vaatimusmäärittelyssä tulisi aina ottaa huomioon kolmikanta: liiketoiminta, käyttäjä ja tietojärjestelmä.

6.6 Jatkotutkimus

Toteutusprojektin kannalta tärkein jatkotutkimuksen kohde on Odoon tuotannonohjauksen ominaisuuksiin tutustuminen sekä gap-analyysin tekeminen. Gap-analyysi sisältää vaatimuksien läpikäynnin yksittäin ja vertaamisen Odoon tuotannonohjauksen toimintoihin. Tarkoituksena on selvittää mitkä vaatimukset on jo olemassa, mitkä vaativat

kevyttä räätälöintityötä ja mitkä laajempaa toteutusta. Vaatimuksiin kytkettävä kustannus ja sen toteuttamisesta saatava liiketoiminnallinen hyöty vaikuttaa toteutettaviin ominaisuuksiin.

Vaatimusmäärittelyn aikana on tullut esille, että olosuhteet tuotantolaitoksessa ovat erityislaatuiset. Metallipöly, vaihdettavat työpisteet, käytettävät suojaruuvit ja tietotarpeet asettavat kovia vaatimuksia tuotantohenkilöstön käyttämälle käyttöliittymälle ja sen käytettävyydelle. Jatkotutkimuksessa voisi selvittää millaisia suunnitteluperiaatteita ja arviointimenetelmiä kuvatuissa olosuhteissa kannattaisi käyttää.

Diplomityötä varten luotu ReqPros-kehitysmalli toimi erinomaisesti tässä tapaustutkimuksessa ja tuotti laadukkaita tutkimustuloksia. Jatkotutkimuksessa voisi varmistaa, että malli on hyödynnettävissä myös toisen tyyppisen tietojärjestelmän vaatimusmäärittelyssä ja prosessikehityksessä.

Mielenkiintoinen jatkotutkimuskohde olisi myös kaupallisen ohjelmiston vertaaminen avoimen lähdekoodin ohjelmistoon. Erityisesti näiden tietojärjestelmien mahdollisuuksien vertaileminen tuottaisi yrityksille hyödyllistä tietoa kaupallisten ja avoimen lähdekoodin järjestelmien eroista ja samankaltaisuudesta. Erityisen kiinnostava tutkimusalue olisi avoimen lähdekoodin mahdollistamien hyötyjen ja ominaisuuksien tunnistaminen ja arviointi.

Lähdeluettelo

Alexander I. & Robertson S. 2004. Understanding project sociology by modeling stakeholders. IEEE Software. Vol. 21:1. P. 23-27. ISSN 0740-7459.

Aura T. 2015. Tuotannonohjauksella tehoa yrityksen valmistusprosesseihin [Verkkosivusto]. Avoin.Systems. [Viitattu 10.10.2015]. Saatavilla: <https://avoin.systems/2015/09/tuotannonohjauksella-tehoa-yrityksen-valmistusprosesseihin/>

Aybüke A. & Wohlin C. 2006. Engineering and Managing Software Requirements. Springer Science & Business Media, 7.4.2006. 478 s. ISBN: 9783540282440.

Ballejos, L. C. & Montagna, J. M. 2008. Method for stakeholder identification in inter-organizational environments. Requirements Engineering. Vol. 13:4. P. 281-297. ISSN 0947-3602.

Cleland-Huang J. 2005. Software Requirements. Teoksessa: Thayer R & Christensen M. J. (toim.). Software engineering. Volume 1: The development process – 3rd edition. IEEE Computer Society Publications. ISBN: 978-0-471-68417-6.

Cohn M. 2008. Non-functional Requirements as User Stories –blogikirjoitus 21.11.2008 [Verkkosivusto]. [Viitattu 19.5.2015]. Saatavilla: <http://www.mountangoatsoftware.com/blog/non-functional-requirements-as-user-stories>

Cohn M. 2004. User Stories Applied for Agile Software Development. Addison-Wesley. 304 s. ISBN: 978-0321205681

COSS. 2015. COSS ry – Centre for Open Systems and Solutions [Verkkosivusto]. [Viitattu 29.9.2015]. Saatavilla: <https://coss.fi/avoimuus/avoin-lahdekoodi/>

Crosby P. B. 1979. Quality is Free: The Art of Making Quality Certain. McGraw-Hill, 1979. 309 s. ISBN: 9780070145122.

Crouch M. & McKenzie H. 2006. The logic of small samples in interview based qualitative research. Social Science Information. Vol 45: 4.

Dyer W. G. & Wilkins A. L. 1991. Better Stories, Not Better Constructs, To Generate Better Theory: A Rejoinder to Eisenhardt. Academy of Management Review. Vol. 16. No. 3.

EABPM. 2015. European Association of Business Process Management [Verkkosivusto]. [Viitattu 13.5.2015]. Saatavilla: <http://www.eabpm.org/>

Eisenhardt K. M. 1989. Building Theories from Case Study Research. Academy of Management Review. Vol. 14. No. 4.

Farquhar J. 2012. Case study research methods for business. London: Sage Publications. ISBN: 9781849207768.

Freund J. & Rücker B. 2012. Real-life BPMN: Using BPMN 2.0 to Analyze, Improve, and Automate Processes in Your Company. camunda. 218 s. ISBN: 978-1480034983.

Haikala I. & Mikkonen T. 2011. Ohjelmistotuotannon käytännöt. Helsinki: Talentum. 242 s. ISBN: 978-952-14-1754-2.

Haverila M., Uusi-Rauva E., Kouri I. & Miettinen A. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Hämeen Kirjapaino. 510 s. ISBN: 978-951-96765-6-2.

Huotarinen J. 2013. Ketterä vaatimustenhallinta [Verkkosivusto]. OHJ-3050 Ohjelmistotuotannon menetelmät -kurssin luentokalvot. Tampereen Teknillinen Yliopisto. [Viitattu 23.5.2015]. Saatavilla: <http://www.cs.tut.fi/~otm/luennot/vierailuluennot/2013/otm-vierailuluento-2013-huotarinen.pdf>

Hyötyläinen R. & Kalliokoski P. 2001. Tietojärjestelmien käyttöönottoprosessi. Teoksessa: Kettunen J. & Simons M. (toim.) Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto PK-

yrittämisessä. Teknologiaalähtöisestä ajattelusta kohti tiedon ja osaamisen hallintaa. VTT julkaisuja. [Verkkolehti.] Vol. 854. ISBN 951-38-5881-2.

Häkkinen K. 2003. Tuotannonohjaus pk-konepajateollisuuden alihankintaprosessissa, käytäntöjä Suomalaisessa pk-konepajateollisuudessa vuonna 2003. VTT-Tiedotteita 2225, Espoo. 87s.

IEEE Std 610.12-1990. IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. IEEE Computer Society. DOI: 10.1109/IEEESTD.1990.101064. Saatavilla: <http://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=2238>

JH. 2009. JHS 169 Avoimen lähdekoodin ohjelmien käyttö julkisessa hallinnossa [Verkkosivusto]. Julkaistu: 23.02.2009. Versio: 1.1 5.10.2012. [Viitattu 28.9.2015]. Saatavilla: <http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS169/JHS169.html>

Järvenpää E. & Kosonen K. 1996. Johdatus tutkimusmenetelmiin ja tutkimuksen tekemiseen. Teknillinen korkeakoulu. Työpsykologian ja johtamisen laboratorio. Espoo. 101 s. ISBN 951-22-3321-5.

Kauppinen M. & Ylikangas M. 2014. CSE-C3600 - Software design and modelling. Espoo, Finland. Aalto University: Luento ja luentokalvot. [Viitattu 22.5.2015]. Saatavilla: <https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/cse-c3600/>

Klaus T. & Wingreen S. & Blanton J. E. 2007. Examining user resistance and management strategies in enterprise system implementations. In Proceedings of the 2007 ACM SIGMIS CPR Conference on 2007 Computer Personnel Doctoral Consortium and Research Conference: the Global information Technology Workforce (St. Louis, Missouri, USA, April 19-21, 2007). ISBN 978-1-59593-641-7.

Kumar K. & van Hillegersberg J. 2000. Enterprise resource planning: introduction. Communication of the ACM. 43: 4. S. 22-26. Saatavilla: <http://doi.acm.org/10.1145/332051.332063>.

Laine H. 2013. Ohjelmistojen vaatimusmäärittely -kurssin luentokalvot, TKTL, s2013. Helsingin yliopisto. [Viitattu 13.5.2015]. Saatavilla: http://www.cs.helsinki.fi/u/laine/vaatima/vaati_s13_01.pdf

Miettinen P. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. ATK-Instituutti, Helsinki. 102 s. ISBN 951-37-1193-5.

OCA. 2015. The Odoo Community Association. [Verkkosivusto]. [Viitattu 20.5.2015]. Saatavilla: <https://odoo-community.org/>

Odoo. 2015. Odoo SA [Verkkosivusto]. [Viitattu 15.4.2015]. Saatavilla: <https://www.odoo.com/page/manufacturing>

OdooMRP. 2015. OdooMRP [Verkkosivusto]. [Viitattu 15.5.2015]. Saatavilla: <http://odoomrp.com/>

OMG. 2011. Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0 –standardi. Tammi-kuu 2011. Object Management Group. [Viitattu 4.5.2015]. Saatavilla: <http://www.bpmn.org/>

OSI. 2015. Open Source Initiative [Verkkosivusto]. [Viitattu 29.9.2015]. Saatavilla: <http://opensource.org/definition>

Pichler R. The Product Vision [Verkkosivusto]. [Viitattu 23.10.2015]. Saatavilla: <https://www.scrumalliance.org/community/articles/2009/january/the-product-vision>

PMBOK. 2013. A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide. 5th edition. Project Management Institute. 589 s. ISBN: 978-1-937083-28-2

Poimala S. & Tolvanen P. 2015. Ketteryys haltuun: Yleisimmät ketterät käytännöt. Sini-
nen Meteoriitti Oy artikkelisarja. [Viitattu 20.4.2015]. Saatavilla: [https://www.meteo-
riitti.com/Artikkelisarjat/Ketteryys-haltuun/Ketteryys-haltuun-Yleisimmat-ketterat-
kaytannot/](https://www.meteoriitti.com/Artikkelisarjat/Ketteryys-haltuun/Ketteryys-haltuun-Yleisimmat-ketterat-kaytannot/)

Reijonen I. & Reiman T. & Airola M. 2001. Toiminnan muutos ja työssä oppiminen tieto-
järjestelmähakkeissa. Teoksessa: Kettunen J. & Simons M. (toim.) Toiminnanohjausjär-
jestelmän käyttöönotto pk-yrityksessä. Teknologialähtöisestä ajattelusta kohti tiedon ja
osaamisen hallintaa. VTT julkaisuja. [Verkkolehti] Vol. 854. ISBN 951-38-5881-2.

Schwaber K. 2004. Agile Project Management with Scrum. 1 edition. Microsoft Press.
192 s. ISBN: 978-0735619937.

Sommerville I. 2010. Software Engineering (9th Edition). Pearson. 792 s. ISBN-13: 978-
0137035151

The Standish Group. 1995. The Standish Group Report – CHAOS. [Viitattu 17.5.2015].
Saatavilla: <https://cs.nmt.edu/~cs328/reading/Standish.pdf>.

Terzakis J. 2013. EARS: The Easy Approach to Requirements Syntax. Version 1.0.
ICCGI Conference July 21, 2013 Nice, France. [Viitattu: 13.5.2015]. Saatavilla:
http://www.iaria.org/conferences2013/filesICCGI13/ICCGI_2013_Tutorial_Terzakis.pdf

Terästarvike. 2015. Julkaisemattomat sisäiset materiaalit.

Wiegers K. 2003. Software Requirements - 2nd Edition. Microsoft Press. 544 s. ISBN:
978-0735618794.

Wiegers K. & Beatty J. 2013. Software Requirements - 3rd Edition. Microsoft Press. 672
s. ISBN: 978-0735679665

Yin R. 2009. Case Study Research: Design and Methods. Fourth Edition. CA: Sage.

Liiteluettelo

Liite 1. Havainnoinnin ja esihaastatteluiden (toimitusjohtaja, tuotannon työnjohtaja, myynnin tekninen tukihenkilö) muistiinpanot ja kuvat. 5 sivua.

Liite 2. Toimitusjohtajan haastattelukysymykset. 3 sivua.

Liite 3. Työkortin malli. 1 sivu.

Liite 4. Nykytilan prosessikuvaus. 1 sivu.

Liite 5. Tavoitetilan prosessikuvaus. 1 sivu.

Liite 1. Havainnoinnin ja esihaastatteluiden muistiinpanot

Havainnointi ja esihaastattelu sisälsi käynnin Terästarvikkeen tuotantotilassa Tattari-suolla 22.10.2014. Paikalla haastateltiin toimitusjohtajaa, tuotannon työnjohtajaa ja myynnin teknistä tukihenkilöä sekä havainnoitiin aidon tuotannon toimintaa. Esihaastatteluiden muistiinpanot ovat yhdistelmä haastateltujen henkilöiden kertomia asioita. Haastatteluista ei ole saatavilla nauhoitetta – vain muistiinpanot ja kuvia.

Tuotantotilasta (layout)

- Tuotantotilaa ollaan järjestelemässä uudelleen
- Useita koneita, useita työpisteitä
- Työpisteitä vaihdetaan yksittäiseen tuotantoon liittyen usein (eri työvaiheita tehdään eri paikoissa ja eri laitteilla)
- Materiaaleja on ripoteltuna useampaan paikkaan seinille ja hyllyille

Tuotteet

- 5-10% on uusia, pääsääntöisesti tehdään tuttuja tuotteita, komponentteja / hit-sauskoonpanoja
- Tuotteita tuotetaan tyypillisesti 100-200 kpl päivässä (voi vaihdella 2-2000 kpl välillä suunnilleen)

Tuotanto

- Nykyään 5 tuotantotyöntekijää + 1 työnjohtaja
- Raaka-aineita ei ole merkitty hyllyihin mitenkään, tuotantopäällikkö Make tietää/löytää (muut eivät)
- Pyritään tuottamaan yksi erä yhden päivän aikana, onnistuu 30% tapauksista
 - Syitä miksi on näin on useita: esim. se että joudutaan kesken päivän muuttamaan priorisointia (kiireellinen tuote)
 - Jatkat useita seuraavana päivänä
- Kiireelliset tuotteet: usein asiakas tai myyjä unohtaa tilata ajoissa
 - Välillä joka päivä, ainakin viikoittain

- Vaiheita: raaka-aineiden nouto, asetus aika (15min-1h), sahaus, koneistus / manuaalisyöstö, hitsaus
 - Jos pintakäsittelyyn niin lähetetään ulkopuolelle lähetteen kanssa
- Tuottavat usein porukassa, mutta voi vaihdella 1-3 (yksin hitsaus, välillä tekevät eri vaiheita samanaikaisesti)
- Valmiit tuotteet toimitetaan pintakäsittelyyn (lähete), asiakkaalle (lähete - asiakas kuittaa saapuneeksi), varastoon (haetaan ja viedään varastolle lähetteen kera)
- Tuotantotilaus kopioidaan, kopio laitetaan mappiin ja alkuperäinen takaisin toimistolle

Tuotannonohjaus

- Toimistolta tulee lappu tuotantoon (iltapostina eli varaston ja tuotantotilan välillä jatkuva oma postiliikenne)
 - Mitä tuotetta tehdään ja mitä se vaatii
 - Milloin lähetetty
 - Milloin pitää olla valmiina
 - Kuka asiakas, toimitusosoite
 - Mitä tehdään: 50 kpl "lovi putkeen piirustuksen mukaan, pyöristetään reunat"
 - Liitteenä usein piirustuksien kuvat
 - Lisäksi tilauksia tulee puhelimitse, vanhalla tilauslomakkeella sekä sähköpostitse
- Tuotantoon otetaan priorisoitujen jälkeen vanhimmasta tuoreimpaan
- Myyntimiehet priorisoivat tuotantotilauksessa olevan "milloin tarvitaan päivän" avulla
- Nykyisellä listalla on tuotteiden tuotantojärjestys ja noudatellaan pitkälti saapumisjärjestystä (FIFO)
- 15.10. oli noin 30 tuotantotilausta eli noin kuukaudeksi hommia
 - Osa tuotantotilauksista ei voida tuottaa, kun odottaa puuttuvia materiaaleja (Make soittaa perään, jos ei ala kuulua) - tilaus tehtävä alihankkijoilta välillä

Haasteita ja ongelmia

- Läpinäkyvyys
- Myyjät eivät tiedä mitä tuotannossa on ja miten ne on priorisoitu
- Työt järjestykseen ja tieto mitä ollaan tuottamassa ja mitä puuttuu
- Ei nähdä mitä materiaaleja (raaka-aineita) tarvitaan missäkin vaiheessa
- Ei nähdä helposti mitä raaka-ainetta / materiaaleja odotellaan
- Paremmiin selville mitkä tuotteet tuotetaan varastoon ja mitkä myydään asiakkaalle
- Toiminnanohjauksen pitäisi luoda automaattisesti tuotantotilaus, kun tuote loppuu (tiedetyt tuotteet)
- Kilpailijalla ollut työstökoneen vieressä pääte josta näkee työjonon, työohjeet ja raportoi edistymisen (ei mahdollista useiden koneiden ja vaiheiden takia Terästarvikkeella, mutta ajatus on hyvä)
- Työkortti
 - Saisi sisältää kuvan aiemmin tuotetusta samasta tuotteesta + vaiheet
 - Työohjeet tarvittaessa
 - Aiemmin olleet ongelmat (miten tuote kannattaa tuottaa, ettei tehdä samoja virheitä uudelleen)
 - Käytettävät työkalut ja niiden ohjeistus
 - Työkortti on paperinen (välillä palanut tai muuten tuhoutunut)
- Haluttaisiin nähdä tuotannonohjausjärjestelmästä
 - Vaiheistus: asetusajat, kappalemäärät, nimikkeet ja tuoterakenteet (mistä muodostuu)
 - Raa'alla tasolla vaiheistus
 - Varastosaldojen pitää päivittyä raaka-aineiden osalta, jos niitä tuotetaan (ei saa jäädä roikkumaan)
 - Konekohtaiset kuormituksen ja kapasiteetin seuranta: vaiheittain, pääkuormitusryhmät, läpimenoajat
 - Työruuhka: etenkin työstökeskuksella on ongelmallinen - paljon käytössä, hitsaus myös mutta siihen on useampia koneita
 - Myyntimiehet eivät saa työntää väärälle koneelle

- Raportointiin: jälkilaskenta (milloin vaihe aloitettu ja milloin lopetettu), materiaalikulut
- Huollot eivät ole kiinnostavaa tietoa, vain harvoin ovat menneet rikki
 - Koneilla on omat tuntikirjaukset
- Käytetty työaika: tuotteittain, henkilöittäin -> miten kehitty?

Ajatuksia teknisestä toteutustavasta (Tuomo Auran ajatuksia)

- Tuotannonohjaukseen tarvitaan digitaalinen järjestelmä, jota operoidaan tuotannon aikana
- Ei voi olla mobiililaite / tablet, koska jää jälkeen eli edelliseen tuotantopaikkaan, menee rikki metallipölystä, on hankala käyttää likaisin sormin
- Yksi varhainen ajatus on, että teemme sinne älypaperin - eli tuotantotilaukseen liitetään joku luettava tunniste (viivakoodi?). Tunniste voidaan lukea erillisillä päätteillä (kosketusnäyttölaite + viivakoodinlukija?), jonka perusteella tiedetään mitä tuotetta ollaan tuottamassa ja voidaan tarjota lisätietoa ja apua.
- Tuotantotilaus pitää olla tulostettavissa uudelleen – työkortti on syttynyt aikaisemmin palamaan



Kuva 23. Tattarisuon tuotantolaitoksen varastohyllyköitä ja saha



Kuva 24. Tattarisuon tuotantolaitoksen varastohyllyköitä



Kuva 25. Tattarisuon tuotantolaitoksen saha

Liite 2. Johdon haastattelukysymykset: Toimitusjohtaja

Nimesi?

Mikä on työnimikkeesi tai työnkuvasi?

Kuinka laajasti ymmärrät myyntiä? Tuotantoa? Ostoa/hankintaa?

Mitkä kaikkia tietokoneohjelmia käytät työssäsi?

Kuinka usein käytät Tonnia / sähköpostia?

Omistatko älypuhelin?

Prosessi

Kuinka paljon tehdään uusille vs. vanhoille asiakkaille?

Kuinka paljon on tuotantoon päätyviä tuotteita vs. jälleenmyyntiä?

Kuvaile vapaasti vaiheet miten tilaus saapuu, käsitellään, päättyy tuotantoon ja sieltä asiakkaalle.

Mitkä ovat prosessin työläimmät, aikaa vievimmat tai virhealttiimmat osat?

Kuinka kauan menee aikaa tilauksesta siihen ajanhetkeen, että työkortti/tuotantotilaus menee tuotannossa käsittelyyn?

Jos sinulla olisi taikasauva, mitä asioita muuttaisit tilaus-tuotanto-toimitus –prosessissa?

[Alustavan prosessikuvan läpikäynti]: Miten muuttaisit esitettyä prosessikuva?

Vuorovaikutus ja erityistilanteet

Näetkö suoraan kuinka kauan tietyn tuotteen tuottamiseen menee aikaa?

Miten lasket asiakkaalle toimitusajan?

Näetkö jostain materiaalitilanteen ja -tilanteen ja niiden vaikutuksen tuotantoon? (toimitusaika ja viivästyminen)

Onko sinulla näkyvyyttä millainen työtilanne tuotannossa on? Pitäisikö olla?

Pitääkö sinun aktiivisesti seurata ja kysellä tuotannon tilaa?

Miten merkitset kiireellisen tilauksen?

Mitä erityistilanteita kuin kiireellinen tilaus tulee mieleesi? Reklamaatiot?

Miten näissä erityistilanteissa toimitaan?

Miten kommunikaatio on hoidettu myynnin, oston ja tuotannon välillä?

Miten parantaisit kommunikaatiota?

Mitä tietoja tai raportteja haluaisit tuotannosta?

Miten näet nykyään yksittäisen tilauksen materiaali- tai työkustannuksen / katteen?

Miten tuotantoa pitäisi mielestäsi mitata?

Laatu ja kriittiset asiat

Mitkä ovat mielestäsi tuotannon kriittisimmät asiat?

Mikä on nykyään / muodostuu tuotannon kasvaessa pullonkaulaksi?

Miten koet tuotannon laadun (virhemarginaalit, toimitusaika, toimitusvarmuus)?

Miten tuotannossa ilmenevät poikkeamat (esim. viivästykset) raportoidaan takaisin sinulle?

Työkortti ja tuotanto

Miten työkortti nykyisellään palvelee myyntiä? Mitkä ovat heikkoudet ja vahvuudet?

Kuinka työläs työkortin tekeminen on? Käytätkö vanhaa pohjaa ja meneekö sen etsimiseen aikaa? Mihin ne on taltioitu?

Joudutaanko piirroksia tai muita dokumentteja etsimään työkortin liitteeksi?

Missä muodossa piirrokset tulevat teille (tiedostomuoto, paperi)?

(Millä perusteilla työkortit otetaan tuotantoon käsityksesi mukaan?)

Teetkö työkortteja varastoon tehtävistä tuotteista? Millaisissa tilanteissa niitä tuotetaan? Mikä käynnistää tuotannon?

Kuinka usein tehdään prototyyppejä / malleja? Miten niiden tuottaminen eroaa tavallisesta tuotteesta (tehdäänkö työkortti)?

Miten muuten parantaisit tuotannon tehokkuutta tai organisoitumista?

Minkä tyyppiset tuotteet ovat hankalimpia valmistaa?

Vaihtelevatko työvaiheet merkittävästi eri tuotteiden välillä?

Tuoterakenteet

Kuinka monta tasoa tuoterakenteessa voi laajimmillaan olla?

Kuinka monesta komponentista tai raaka-aineesta tuotantotuote tyypillisesti valmistetaan (jos ajatellaan yhtä kokoonpanoa – ei koko lopputuotetta)?

Entä pahimmillaan (jos ajatellaan yhtä kokoonpanoa – ei koko lopputuotetta)?

Tuotantoon menevistä tuotteista tehdään työkortti. Miten tuoterakenne näkyy työkortilla?

Jarmo Ojalampi mainitsi, että tuoterakenteet poistetaan manuaalisesti järjestelmästä. Miksi?

Osto / hankinta

Kuinka hyvin pystytte nykyään ennakoimaan materiaali-/ostotilaustarpeita?

Kuinka pitkälle ostoa on automatisoitu?

Mitä osia mielellään automatisoisit?

Millainen olisi ihanteellinen ostoprosessi?

Millaisissa tilanteissa uuden järjestelmän toivottaisiin luovan automaattisesti ostotilauksen?

Miten nykyään näette vähissä olevat materiaalit?

Onko nykyään määritetty hälytysrajat ja lähellä näitä rajoja olevat tuotteet?

Tai lähiaikoina myydyt/tarvitut

Liite 3. Työkortin malli.

TERÄSTARVIKE TAMS TYÖKORTTI

Myyjä SALLA	Toivottu valmistumisaika (pv,kk,v)	24	2	2015
		24	3	2015

Tilausnumero K3 /9 Piirustus no 3 E

Asiakas Lähetetyö

Lähetysluettelo Lähetetyö

Toimitusosoite hitsauskokoontamiseen x

Yks. Määrä

1) Aine tai aihio Latta Fe 37 6 x 30 Hiottu () Arvio m 30

Hinta Toim. Tulee Oikea 30

Koodi L06030F37

2) Aine tai aihio Arvio

Hinta Toim. Oikea

Koodi

3) Aine tai aihio Arvio

Hinta Toim. Oikea

Koodi

Poistettu saldoista (pv,kk,v) 9 4 15

Tilattu	Tehty	Pos.	Valmistettava tuote
1000	375		Lattateräs Fe 37 B 6 x 30 sahataan mittaan L=19 mm
			tehdään latan neljälle pitkälle sivulle viiste 1 mm 45°
			Kuvan mukaan
			Tehdään kierre M 8 + senkkaus (hitsausviiste)

Käytetty aika (huom. tunneissa TAI minuuteissa)

Tavoite	Tunnit	Minuutit	Tekijä	
			Sahaus (ja seivaus)	0,00
			Sorvaus	0,00
			Poraus + kierre	0,00
			Jyrsintä	0,00
			Hionta	0,00
			Hitsaus	0,00
			Muut työt x (Rummutus)	0,00
18	18		Yhteensä	0,00

Työn teki Team TEVA3

Valmistui (pv,kk,v)	8	4	2015
Lähti eteenpäin (pv,kk,v)			

Liite 4 - Nykytila: versio 1.0

Päivitetty 5.5.2015

